肥培かんがい施設事故調査報告書

平成２３年１２月２６日

肥培かんがい施設事故調査委員会

はじめに

平成２３年７月、帯広開発建設部が更別村に設置した肥培かんがい施設において、この施設を使用する農家ご夫妻が死亡する大変痛ましい事故が発生した。

帯広開発建設部は、事故の重大性を厳粛に受け止め、同年７月２６日に専門的な知見を有する有識者等を構成員とする「肥培かんがい施設事故調査委員会」を設置し、事故原因の分析と再発防止策を検討するため調査を行うこととした。

諮問を受けた事故調査委員会では、事故発生状況の整理、当該肥培かんがい施設やその他肥培かんがい施設を対象とした技術的、科学的な調査、帯広開発建設部管内の肥培かんがい施設利用管理農家全戸への聞き取り調査、北海道開発局農業関係職員へのアンケート調査などを実施した。これらの結果を基に、事実関係を整理し、事故再発防止のための提言等をとりまとめ、ここに報告する。

今回の事故により亡くなられたお二人のご冥福をお祈りし、ご遺族に対して心から哀悼の意を表するとともに、本報告書がご遺族の願いでもある今後の肥培かんがい施設の事故再発防止に繋がるよう切に望むものである。

肥培かんがい施設事故調査委員会委員長
帯広畜産大学　教　授　　辻　　　　修

目　　　　次

第１章　委員会等

１　目　的

平成２３年７月、帯広開発建設部が設置した肥培かんがい試験ほ場で使用されている家畜ふん尿貯留槽の中で、この施設を使用する農家の方２名が亡くなる事故が発生した。

本委員会では、発生した事故について事故原因の分析及び肥培かんがい施設における、同様な事故の再発防止策等の検討を行うことを目的として設置されたものである。

２　委員会規則

平成２３年７月２６日
帯建農整第９号

肥培かんがい施設事故調査委員会規則を次のとおり定める。

帯広開発建設部長　大内　幸則

肥培かんがい施設事故調査委員会規則

（設置）

第１条　今般発生した事故を踏まえ、肥培かんがい施設事故調査委員会（以下「委員会」という。）を帯広開発建設部に設置する。

（目的）

第２条　委員会は、今般発生した事故について事故原因の分析及び肥培かんがい施設における、同様な事故の再発防止策等の検討を行うことを目的とする。

（業務）

第３条　委員会の業務は、次の各号に掲げるとおりとする。

（１）事故原因の分析
（２）事故再発防止策
（３）委員会の検討結果について部長への報告
（４）その他委員会の目的を達成するための必要な事項

（構成等）

第４条　委員会の構成及び職務は、次の各号に掲げるとおりとする。

（１）委員会は、委員長及び委員をもって構成する。
（２）委員長は、委員会で決定するものとし、委員会を総括する。
（３）委員は、次長（総務担当、港湾農水担当）、技術管理官、帯広農業事務所長、及び部長が委嘱する専門的な知見を有する有識者とし、別紙のとおりとする。
（４）委員長は、委員会に必要があると認めた場合は、委員以外の出席を求めることができる。

（事務局）

第５条　委員会の事務局は、農業整備課とする。

附　則

この通達は、平成２３年７月２６日から施行する。

3　委員名簿

役　　職	氏　名	備　考
帯広畜産大学教授	辻　修	委員長
帯広畜産大学教授	梅津　一孝	
十勝農業協同組合連合会畜産部長	西部　博寿	
寒地土木研究所資源保全チーム上席研究員	横濱　充宏	
帯広開発建設部次長（総務担当）	大江　良彦	
帯広開発建設部次長（港湾農水担当）	日置　綾人	
帯広開発建設部技術管理官	山越　明博	
帯広開発建設部帯広農業事務所長	舘石　和秋	

4　検討経過

平成２３年　７月２６日　委員会設置

平成２３年　８月　５日　委員会（第１回）
（１）肥培かんがい施設における事故の概要について
（２）今後の検討について
（３）今後の委員会審議の進め方について

平成２３年　９月　２日　現地調査

平成２３年１０月１４日　委員会（第２回）
（１）調査状況の報告
（２）課題の整理

平成２３年１２月　１日　委員会(第３回)
（１）事故原因の分析と事故再発防止策の検討
（２）報告書とりまとめの方針について

平成２３年１２月２６日　委員会（第4回)
(1)報告書とりまとめ

第２章　事故の概要

１　事故の概要

帯広開発建設部が更別村に設置した肥培かんがい試験ほ場で使用されている貯留槽の中で、この施設を使用する農家の方２名が亡くなる事故が発生した。

当該試験ほ場は、肥培かんがいの効果の実証、展示を行い、技術移転を促し、地域における技術の確立と啓発普及を図ることを目的に平成４年度から平成６年度にかけて設置されたものである。

２　事故の経緯等

（１）事故の状況

・７月１２日、肥培かんがい施設を使用するＡ氏夫妻が行方不明であることが判明。
・搾乳の準備は行われていたが、搾乳はされていなかったので、事故は１６時頃発生したと推定される。
・１３日早朝から家族・友人等により捜索。
・１３日０９時４０分、肥培かんがい施設の貯留槽内で２名を発見。
・１０時０７分消防隊員が現場で男女を発見。貯留槽内にはふん尿が残っておりバキュームで吸い上げを試みたがうまくいかず、時間がかかり１０時５４分男性、１１時０４分女性を救出した。
・２名は引き上げられたが、死亡が確認されたため、Ｂ大学付属病院に搬送し、司法解剖が行われた。
・男女ともタラップを有する側の開口部の真下付近の貯留槽の窪みに沈んでいた。
・貯留槽内のふん尿の水深は窪みの底から４０ｃｍくらい（窪みは４０ｃｍ）で、ロープと棒があった。

（２）死因について

急性硫化水素中毒の疑い

（３）事故に関する情報

事故に関する情報として、平成２３年６月２４日(金)に、帯広開発建設部の職員が、誤って貯留槽の蓋を落下させ、Ａ氏に謝罪し週明けに蓋を回収する旨告げたところ、Ａ氏から自身が蓋を引き上げる旨の話があったことが分かっている。

なお、関係職員等からの聞き取り内容は以下のとおり。

【当該農場を訪れた理由】

平成２３年６月２４日（金）に、十勝南部農業開発事業所（以下「事業所」という。）の職員Ｃ、Ｄは、肥培かんがい用水の一利用形態として多目的給水栓から農家の尿溜に給水している状況写真を撮影するため現地確認を行っていた。

Ａ氏の牧場脇を通ったところ多目的給水栓を見つけた。Ａ氏の牧場は整備された肥培かんがい施設であることは承知していたが、モデル的な写真として撮影する可能性を検討するため多目的給水栓のところに行った。

【蓋を落とした状況】

多目的給水栓の近くに貯留槽があったので、確認のため、職員Ｃが蓋の一つを持ち上げたところ、蓋の反対側が支え部分から外れその勢いで蓋が落ちそうになった。職員Ｄが気づき手伝おうとしたが蓋は貯留槽に落ちた。

貯留槽の中は半分程度ふん尿が貯留されていた。

なお、落とした蓋は、遺体が発見された開口部側と別の開口部のものである。

【蓋を落とした後の対応】

自宅にお伺いし、Ａ氏に身分を説明し、写真を撮りに来たこと、貯留槽の蓋を落としてしまったことを告げ謝罪した。

蓋は開発局が引き上げること、今日は金曜日のため対応が週明けになることを説明した。

Ａ氏からは、「自分がポンプでふん尿を抜いて蓋を引き上げるから開発は対応しなくて良い」旨話があった。

また、「開発にお願いしたいことがあったので丁度良かった」と言われ、「肥培施設に関して、環境に配慮した補助金を申請したいが、事業計画内容、図面が必要となっている。どんな資料が必要なのかは自分も詳しく知らないので、農協の担当者に聞いて準備し、直接農協に渡してくれ」と言われた。

職員Ｃ、Ｄは、Ａ氏に、「このまま蓋が開いた状態では危険なので気をつ

けて下さい、そして、何かで仮に蓋をしておいて下さい」とお願いをした。
職員Ｃ、Ｄとも、貯留槽に、人体に危険を及ぼすほどのガスが発生する可能性について全く承知しておらず、貯留槽に入ることに危険性があることをＡ氏には伝えなかった。
その後、事業所に戻った後、蓋を落としたことは、十勝南部農業開発事業所長（以下「所長」という。）を含め、誰にも報告していない。

【補助金申請書類の対応】
平成２３年６月２８日（火）に、職員Ｃ、Ｄは、Ａ氏から頼まれた補助金申請のための資料について、農協の担当者に内容を確認した。
期日は７月末までとのことであった。

【死亡事故を把握した経緯】
平成２３年７月１３日（水）に、自治体職員から、試験ほ場の図面の貸し出し依頼があり、Ｄが貸し出した。その後、職員Ｃ、Ｄが自治体に立ち寄った際、肥培かんがい施設でＡ氏が亡くなられた事実を知った。
１６時３０分頃、職員Ｃ、Ｄは、試験ほ場でＡ氏が亡くなったこと、６月２４日に、試験ほ場の貯留槽の蓋を落としたことと、蓋を落とした後のＡ氏との対応について所長に報告し、所長の指示により、職員Ｃ、Ｄが、自治体に行き、さらに詳しい情報を確認した。
１７時００分頃に、所長は職員Ｃ、Ｄが戻ってきて、Ａ氏ご夫妻が亡くなっていたことの報告を受け、二人の死亡を、帯広開発建設部農業整備課長に連絡した。

【職員が蓋を落としたことを帯広開発建設部、自治体、Ｅ氏（Ａ氏の父）、駐在所に伝えた経緯】
平成２３年７月１４日（木）０８時００分過ぎに、帯広開発建設部において、所長から帯広開発建設部長、次長、農業整備課長、課長補佐に、蓋を落とした事実とＡ氏が自分で拾うと言われたこと及び、補助金関係資料のやりとりを説明した。
１１時００分に、所長は、自治体へ出向き、６月２４日に事業所の職員が貯留槽の蓋を落とした事実と、その後のＡ氏との対応を説明した。
所長及び首長ほか自治体職員２名の計４名でＡ氏の自宅に向かい、１２時００分頃に、所長からＥ氏に対して、６月２４日の事故に係ると思われる事柄について話した。

【警察に対する対応】
１３時２０分頃駐在所に、所長及び首長ほか自治体職員２名の計４名から６月２４日に事業所の職員が貯留槽の蓋を落としたこと、Ａ氏が蓋を自分で拾うと言われたことを伝えた。

第３章　調査の目的・内容

１　調査の目的

今回の事故は、肥培かんがい施設の貯留槽内で発生した硫化水素による急性硫化水素中毒が死因と疑われている。そこで、肥培かんがい施設における同様な事故の再発防止を調査の目的とする。

それには、特に「肥培かんがい施設」と「硫化水素の発生」及びそれらを踏まえた施設の運用状況等の事実関係を把握・整理することが必要である。

よって、これらとの関係性に着目しつつ、事故原因の分析と再発防止策の検討にあたって必要となる、肥培かんがい施設の危険項目と安全対策等の状況を明らかにするとともに、これら施設の運用状況や農家・職員の安全に対する意識を把握する調査を行った。

２　当該肥培かんがい施設の調査実施内容

（１）当該肥培かんがい施設の概要

事故原因を分析するために、まずは基本事項として当該肥培かんがい施設の構造と規模を把握する必要があることから、設計図書等により施設概要、蓋の形状及び素材、施設設置・管理状況の整理を行った。

調査項目	調査内容
①当該肥培かんがい施設の概要	当該肥培かんがい施設のシステムフロー
②各施設の構造、規模及び配置	主要施設の構造、規模及び配置、各施設の施設容量、設置機器等の把握
③施設の設置・管理の状況について	施設の設置及び管理の状況

（２）当該肥培かんがい施設の危険項目

上記による当該肥培かんがい施設の構造、機能等を踏まえ、危険項目を抽出・整理するため、事故調査委員会委員等による現地調査を行い、貯留槽の開口部の構造等の点検・確認とともに、ガス発生に係る検証等を行った。

調査項目	調査内容
①当該肥培かんがい施設の状況調査	当該肥培かんがい施設の構造毎に、危険項目の検討・整理
②有毒ガスの発生・酸素欠乏	1) 硫化水素等の発生要因の整理 2) 当該施設の状況

③維持管理のための酸素欠乏危険箇所である施設内への進入	施設構造、機器選定等の整理
④蓋や異物の開口部からの落下・人の転落	施設点検調査による、蓋の形状及び材質の把握

（３）当該肥培かんがい施設の安全対策状況

さらに上記の危険項目に着目しつつ、当該肥培かんがい施設の安全対策状況を把握するために、施設点検調査及び農家への注意喚起等の状況調査を行った。

調査項目	調査内容
①安全対策施設	各施設の換気及び開口部（蓋）の状況
②警告等の表示	営農者以外への警告等を示した表示板等の調査
③農家への注意喚起	施設利用マニュアル、機械類取扱説明書等の有無、施設改修履歴、有毒ガス発生及びピット内進入に対する警告の有無

３　肥培かんがい施設タイプ別調査

肥培かんがい施設については、実態として整備時期等により複数のシステムタイプが存在する。このことを踏まえ、帯広開発建設部管内の肥培かんがい施設についてそのシステムの変遷等を踏まえたタイプ区分を行うとともに、当該肥培かんがい施設との比較を行いつつ、タイプ別での危険項目の特徴の有無等について検討を行うため、タイプ別に施設の現地点検調査を実施した。

調査項目	調査内容
①システムの変遷	時代背景、スラリーの希釈濃度及び貯留日数による分類、整備状況
②タイプ別点検・調査と危険項目	タイプ別施設の点検調査、危険項目の整理

４　肥培かんがい施設の運用状況

実際に整備された肥培かんがい施設の運用にあたり、同様な事故に繋がりかねない実態の有無等を把握するため、帯広開発建設部管内の肥培かんがい

施設を利用管理している農家に対する個別訪問調査により、肥培かんがい施設の運用状況の把握を行った。

調査項目	調査内容
①運用マニュアル	施設の操作や維持管理に関するマニュアル及び運用にあたっての留意事項記載の有無、施設設置年とそれらの有無の関係
②施設の維持管理	槽内残留物の除去作業、ポンプ等の故障、異物の除去の有無、施設進入事例の要因と対応方法

5　農家及び職員への危険性の周知状況

農家及び北海道開発局の農業関係職員への周知状況を調査するとともに、安全に対する意識調査を行った。

調査項目	調査内容
①北海道開発局の取り組み状況	北海道開発局の農業関係職員に対する研修、施設工事における留意事項、農家に対する有毒ガス危険性の説明・警告等の状況
②関係機関の取り組み状況	関係機関の危険性周知の取り組み状況 （労働基準監督署、十勝総合振興局、更別村、JA さらべつ）
③農家の意識について	有毒ガス発生等に係る認識の状況とその知識の由来、危険を有する事象の発生、今後発生が予想される事故について
④職員の意識について	北海道開発局の農業関係職員に対する、肥培かんがい施設における危険性の認識についてのアンケート調査

第４章　調査結果

１　当該肥培かんがい施設の概要

（１）当該肥培かんがい施設のシステムの概要

事故が発生した当該肥培かんがい施設は、肥培かんがいの効果の実証、展示を行い、技術移転を促進し、地域における技術の確立と啓発普及を図ることを目的に、平成４年度から平成６年度にかけて設置した共同利用型の肥培かんがい試験ほ場のうち、Ａ農場内に設置されたものである。

当該肥培かんがい施設は、除塵機ピット(流入口)、貯留槽、曝気槽で構成され、共同利用施設として調整槽、曝気稀釈槽がある。

当該肥培かんがい施設を含めた３戸農家の設計時における各乳牛の飼育頭数は、１０４～１１０頭（Ａ農場：１１０頭）である。

図4-1-1にシステムフロー図を示す。

当該肥培かんがい施設のシステムは、次のように設定されている。

- タイストール（繋ぎ）牛舎からバーンクリーナーで排出されたふん尿を、除塵機（固液分離機）により敷料等の固形分と液体分に分離。
- ここで用水による洗浄・希釈を行い、分離を容易にする設計になっており、分離された固形分は、バーンクリーナーで堆肥盤まで移送。
- 液体分（スラリー原材料）は、貯留槽へ送るまでの間除塵機下にある地下ＲＣ構造のピットで２日分一時貯留。
- 除塵機ピット（流入口）で一時貯留した液体分を、地下埋設構造（鉄筋コンクリート製）の貯留槽へスラリーポンプ（7.5kW）で移送し、曝気槽へ送るまでの間未熟スラリーとして２６日間貯留。
- 貯留槽で未熟スラリーを貯留するのは、後述する曝気槽に未熟なスラリーが混入しないようにするためで、２６日間貯留は、曝気槽の容量２８日分から除塵機ピット(流入口)の容量２日分を減じた容量となっている。
- 貯留槽の未熟スラリーを、地下ＲＣ構造の曝気槽へトラクタＰＴＯ式竪型ポンプで移送し、曝気ポンプで曝気、撹拌を行うことにより２８日間腐熟。
- 腐熟したスラリーを、共同施設である調整槽へトラクタＰＴＯ式圧送ポンプで移送し、ほ場へ散布するまでの間最大１８０日間貯留。
- 調整槽のスラリーは、そのまま放置するとスカム（浮遊固形層）、スラッジ（沈澱堆積層）が生じるため、これらを防止するために水中撹拌機により撹拌を行う。

・ 調整済みスラリーを、散布時に所定の濃度にするため曝気希釈槽で加水して希釈。
・ 水中曝気ポンプと水中撹拌機で曝気された希釈スラリーを、ＰＴＯ式圧送ポンプと自走式散水機（リールマシン）でほ場散布。

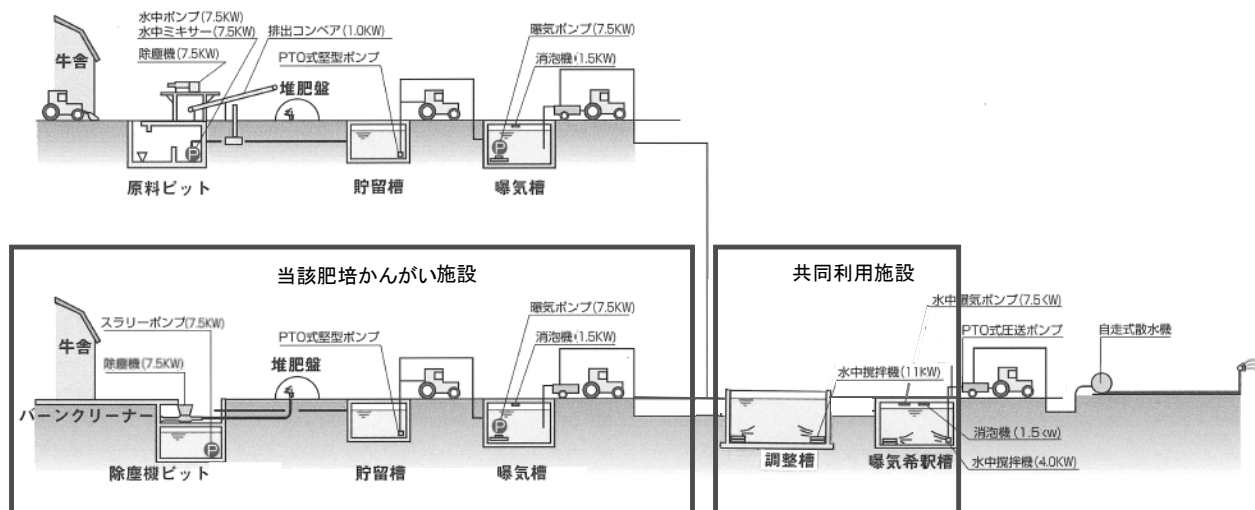



図4-1-1　当該肥培かんがい施設システムフロー（設計時）

「肥培かんがい施設の用語」

【肥培かんがい】

畑地かんがいの一種で、家畜ふん尿を水で希釈し曝気するなど調整し、肥料価値を高めた上で、草地等の農地に還元するもの。ふん尿中に含まれる肥料成分と水との相乗作用によって、作物生産量を増加させること等を目的とする。

【スラリー】

液状のふん尿。肥培かんがいにおいては、ふん尿を水で希釈したものを指すことが多い。

【除塵機ピット】

ふん尿と敷料を分離する施設。農業用水で洗浄・希釈することで、固形物とスラリーを分離し、肥料成分の回収と用水路（パイプライン）の目詰まりを防止する。

【貯留槽】

曝気槽で曝気を効果的に行うために、未熟スラリーを一時貯留する施設。

【曝気槽】

スラリーを調整（曝気・撹拌）することで好気性発酵を促し、腐熟させる施設。

【調整槽】

腐熟したスラリーを農地へ散布するまでの間貯留する施設。

【曝気希釈槽】

農地へ散布する前に腐熟スラリーを適正濃度まで希釈する施設。

（２）各施設の構造、規模及び配置

ア　主要施設の構造

主要施設の構造は一般的な畜産関連施設と同形式の地下埋設構造物（鉄筋コンクリート製）となっており、ポンプ等の機械設置や槽内点検のため必要な開口部が設けられ、各施設とも蓋が設置されている。

当該肥培かんがい施設の設計時（平成４年）における構造及び規模についての諸元を表4-1-1に、当該施設の配置を図4-1-2、共同施設の配置を図4-1-3、貯留槽構造図を図4-1-4にそれぞれ示す。

これら施設の設置後、利用管理する農家のもとで肥培かんがいシステムに関する各種試験等を行うとともに、肥培かんがい技術の展示が行われてきたが、この期間に判明した課題と当該農家の意向を踏まえ、技術的改良・蓄積を目的に、事業所で一部施設の改修が行われている。

施設設置後の変更点（平成２３年現在）を表4-1-1に示す。

表4-1-1　当該肥培かんがい施設諸元表

農場名				Ａ 農場	
施工年度				Ｈ４～６	
受益面積				47 ha	
調査時期				設計時（H4）	現在（H23）
飼養形態			牛舎形式/飼育頭数	タイストール/搾乳　110	－
			敷料	麦稈	－
処理方法			処理方式	バッチ方式（1槽式）	
			曝気撹拌（時間/日）	10	－
			運転方法	間断	
			処理期間（日）	28	－
除塵機ピット	【流入口】	敷料除去	形式	地下ＲＣ構造	
			上屋の有無	あり	
			換気設備	換気扇	
			投入方式	バーンクリーナー 2.2kw	バーンクリーナー(H14)
			固液分離機	ピストンモール　7.5kw	スクリュープレス(H14)
		ふん尿収集・希釈	付随施設	スラリーポンプ　7.5kw	
			付随施設	縞鋼板蓋　0.495×1.05m　1枚 〃　0.545×1.05m　1枚 〃　0.550×0.60m　1枚	縞鋼板蓋 0.850×1.20m 1枚(H14) 〃　0.200×1.13m 1枚(-) 〃　0.605×1.13m 1枚(-) 〃　0.225×1.13m 1枚(-)
			寸法（m）	4.1×3.4×1.40×1槽	
			実有効容量（m^3）	15	
貯留槽		一時貯留	形式	地下ＲＣ構造	
			付随施設	ＰＴＯ式竪型ポンプ	ＰＴＯ式竪型ポンプ　(H21)
			付随施設	縞鋼板蓋 0.425×1.20m 8枚	ｽﾃﾝﾚｽ製蓋　0.45×1.20m 4枚(H16) 〃　0.40×1.20m 4枚(H16)
			寸法（m）	6.3×8.2×3.4×1槽	
			実有効容量（m^3）	155	
曝気槽	【調整槽】	撹拌曝気	形式	地下ＲＣ構造	
			付随施設	ＰＴＯ式圧送ポンプ	
			付随施設	曝気ポンプ　7.5kw 消泡機　1.5kw 木製蓋　0.105×1.05m　20枚 〃　0.105×0.95m　12枚	水中スラリーポンプ　5.9 kw(H18) エジェクター　(H18) 消泡機　0.75kw(H21) FRP製蓋　0.887×1.18m　1枚(H14) 〃　0.700×1.18m　1枚(H14) 〃　0.690×1.18m　1枚(H14) 防護ネット 1.00×2.10m　1枚(H14)
			寸法（m）	φ7.5×4.7×1槽	
			実有効容量（m^3）	168	
調整槽	【配水調整槽】	スラリー貯留	形式	地上鋼板パネル（３戸共同）	
			付随施設	水中撹拌機　11.0kw×4基	
			寸法（m）	φ21.93×4.68×2槽	
			実有効容量（m^3）	1654×2槽＝3308	
曝気希釈槽	【レセプション】	希釈曝気	形式	地下ＲＣ構造（３戸共同）	
			付随施設	ＰＴＯ式圧送ポンプ 水中撹拌機　4.0kw 消泡機　1.5kw×2基	
			付随施設	水中曝気ポンプ　7.5kw	水中スラリーポンプ　5.9kw　(H18)
			付随施設	木製蓋　0.105×1.05m　20枚 〃　0.105×0.95m　12枚	ｽﾃﾝﾚｽ製蓋　0.45×1.20m 4枚(H18) 〃　0.40×1.20m 4枚(H18)
			寸法（m）	φ11.0×4.4×1槽	
			実有効容量（m^3）	304	

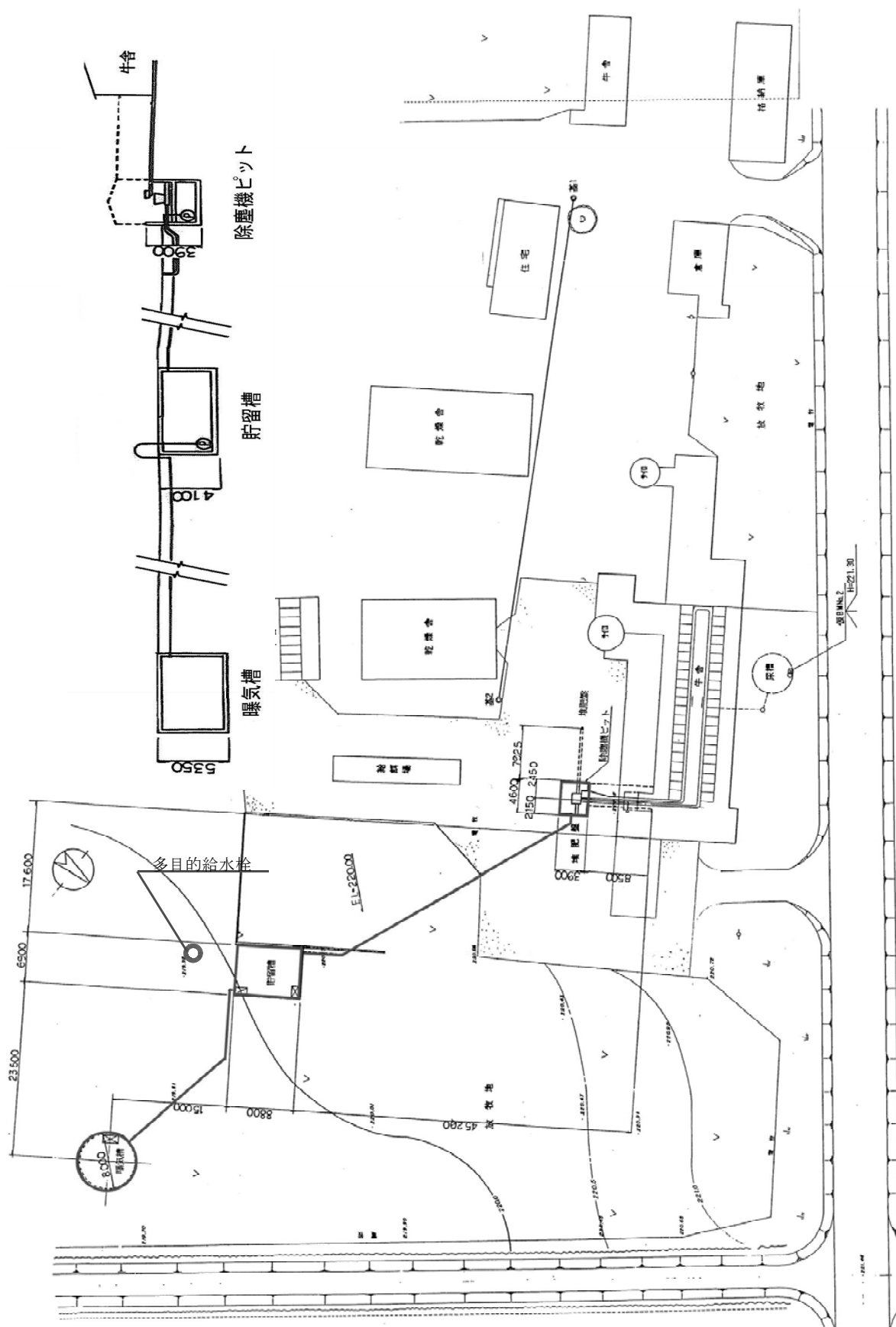



図4-1-2　当該肥培かんがい施設配置図

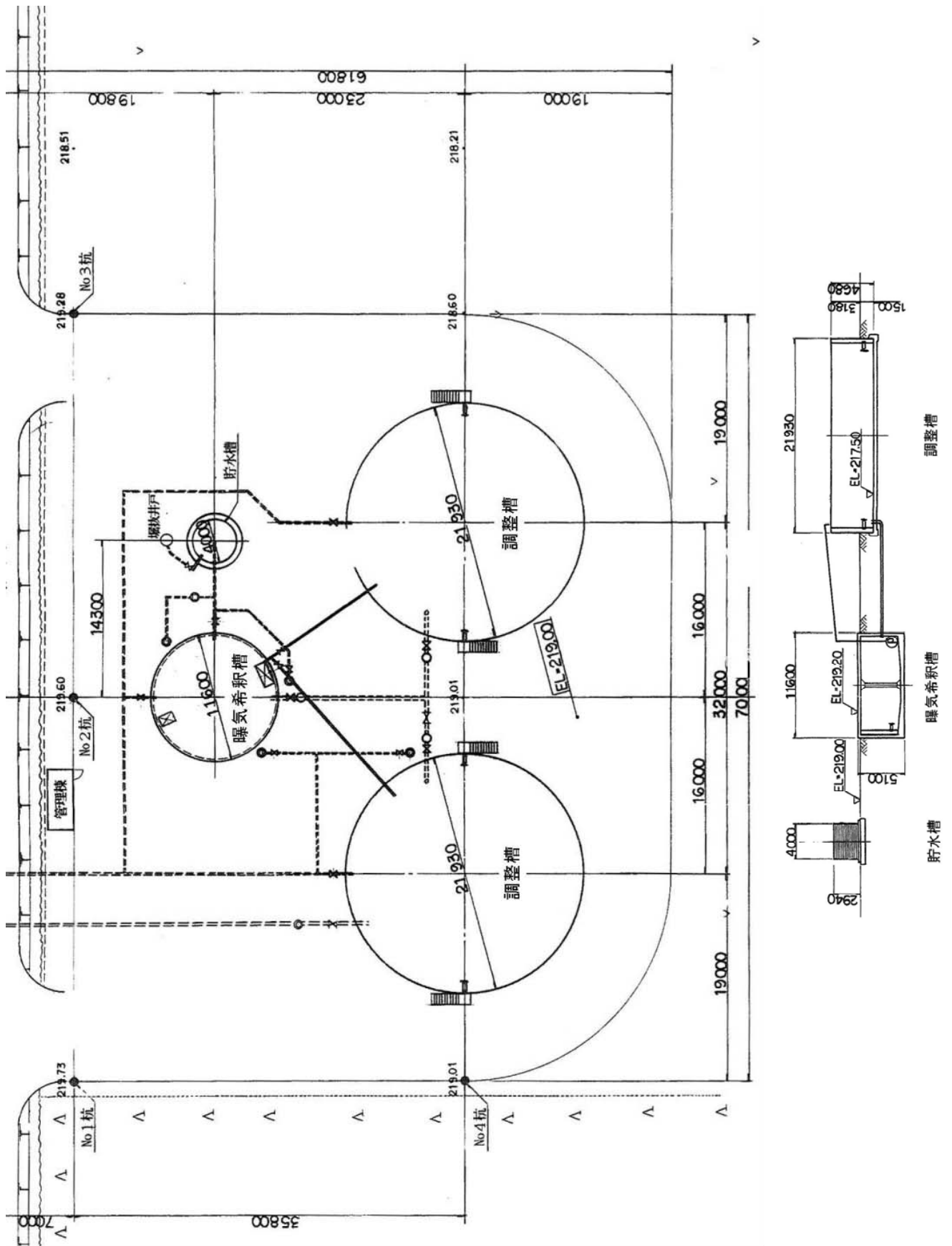



図4-1-3　共同利用施設配置図

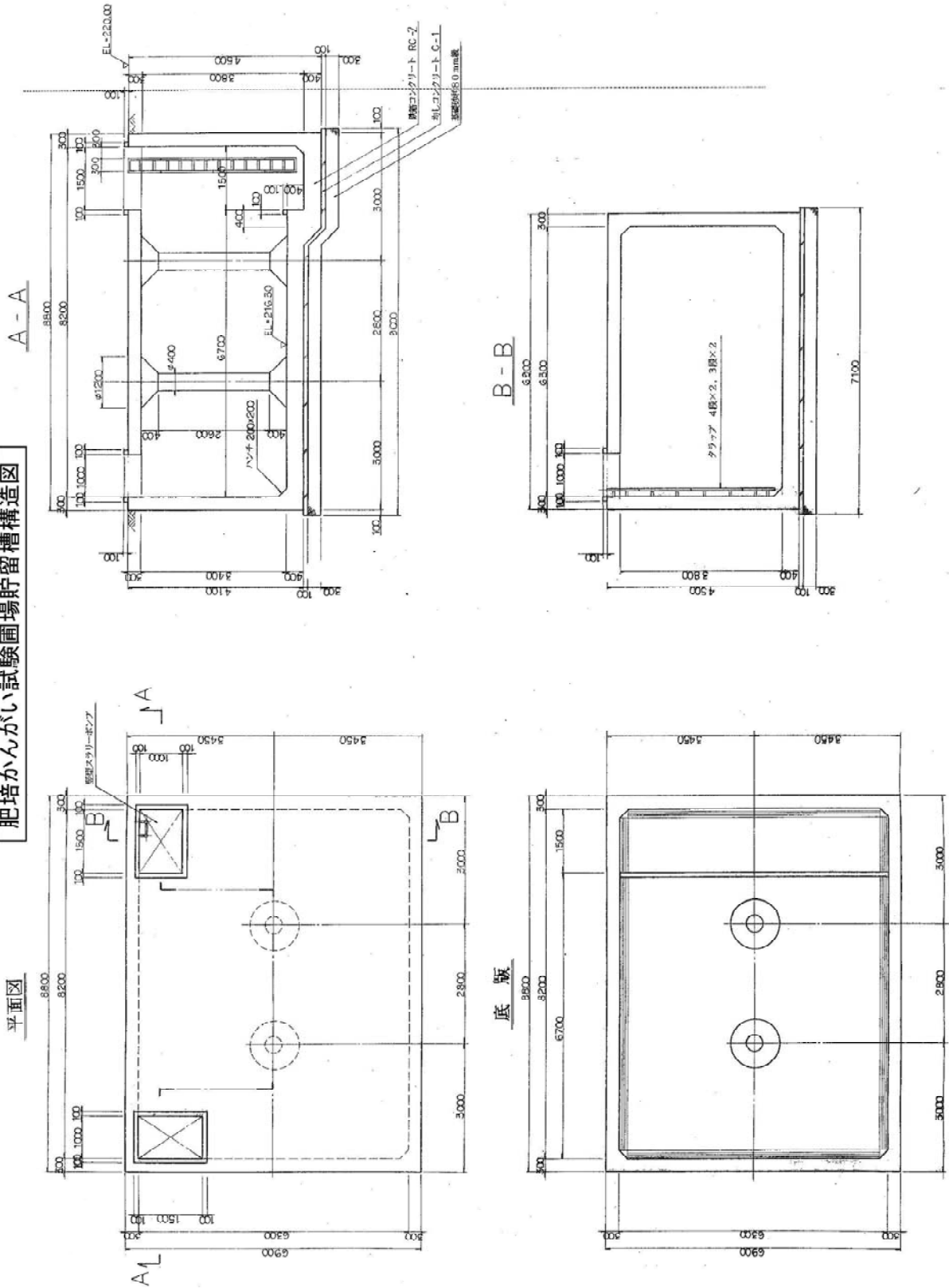
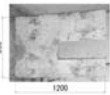
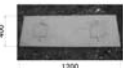
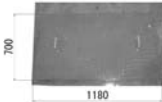
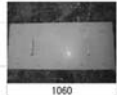



図4-1-4　貯留槽構造図

イ　各施設の蓋の構造

当該肥培かんがい施設（除塵機ピット、貯留槽、曝気槽、曝気稀釈槽）には、ポンプ等の機械設置や槽内点検のため必要な開口部が１～２か所設けられている。開口部は、設置するポンプ等の機械の出し入れ等を考慮して、大きさが決定されている。

蓋の大きさは、開口部の寸法に合わせて、開口部を覆うような大きさとされている。また蓋１枚の重量は、１４～４０kgあり、簡単に移動ができない重量であり強度も確保されている。そのため、大人の男性でも一人では容易に持ち上げることが難しく、それ自体で安易に開口部の開閉ができない構造となっている。

設置当初は、地下ピット構造物に一般的に使用されている縞鋼板と木製板が使用されていた。曝気槽と曝気希釈槽は、スラリーの曝気攪拌を行うことから、鉄より腐食しにくい木製蓋が採用されている。

いずれの蓋も腐食対策を行っていたが、経年により劣化・損傷が見られ、脆弱な状態になっている蓋もあり、また、設計時において曝気槽及び曝気希釈槽に設置された木製蓋は、扱い易くするために幅を細くしたため、本数が多くなり、開閉に手間がかかるという面もあった。

各施設の蓋は更新されており、貯留槽や曝気希釈槽では、高度な耐食性を持つステンレス鋼製蓋が試行的に使用された（平成１６年、１８年）。曝気槽では、試行的に下水道での実績がある軽量で耐食性に優れているＦＲＰ製蓋が使用された（平成１６年）。

現在、当該肥培かんがい施設に設置されている蓋の詳細については、表4-1-2のとおりである。

表4-1-2　施設別蓋一覧表（現在）

名　称	除塵機ピット（流入口）	貯留槽	曝気槽	曝気希釈槽
写　真	850 / 1200	400 / 1200	700 / 1180	430 / 1060
材　質	SS400（鋼製）	SUS304（ｽﾃﾝﾚｽ製）	FRP製	SUS304（ｽﾃﾝﾚｽ製）
サイズ(mm) 縦×横×厚	850×1200×4.5	400×1200×4.0	700×1180×8.0	1060×430×3.0
重　量 (kg)	42.0	25.5	18.0	14.5
滑り止め加工 縞の有無	あり	なし	あり	あり

（３）施設の設置・管理の状況

　肥培かんがい試験ほ場の運営開始（平成７年）にあたり、当該肥培かんがい施設の使用に係る更別村との協定を締結している。また、更別村は関係農家で組織する「更別村肥培かんがい試験ほ場利用組合」と使用に係る手続きを行い、当該農家が利用管理を行っていた。

　その後、当該施設については平成１６年度まで肥培かんがいシステムに関する各種試験調査を行い、以降、肥培かんがいの展示普及のため、引き続き当該農家が日常的に使用していた。

２　当該肥培かんがい施設の危険項目

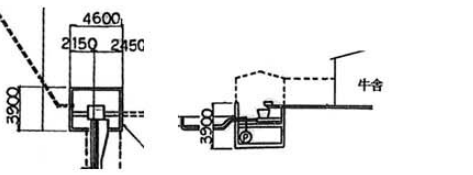
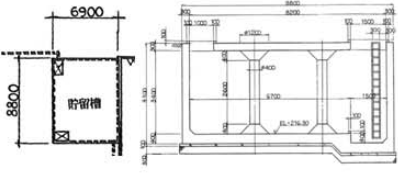
施設別の危険項目を抽出するために、現地調査を行い、当該肥培かんがい施設の除塵機ピット(流入口)、貯留槽、曝気槽、曝気希釈槽等を対象に、開口部の構造等の点検・確認を行った。

現地調査により点検した当該肥培かんがい施設の状況と危険項目を表4-2-1に示す。

この結果、各構造物とも、硫化水素等の発生や転落などが主要な危険項目として確認された。このことを踏まえ、当該貯留施設における主な危険項目として、（１）有害ガスの発生・酸素欠乏、及び当該危険項目の対象である槽内での行為に関連する項目として（２）維持管理のための酸素欠乏危険箇所である施設内への進入、（３）蓋や異物の開口部からの落下・人の転落、の合せて３項目について着目し、改めて事故のあった貯留槽について整理・検証等を行った。

また、硫化水素の発生については、現地試験を行い、検証を行った。

（１）有害ガスの発生・酸素欠乏

ア　硫化水素の発生

（ア）発生要因

　労働安全衛生法施行令では、硫化水素が発生しやすい場所として、「し尿、腐泥、汚水、パルプ液その他腐敗し、又は分解しやすい物質を入れてあり、又は入れたことのあるタンク、船倉、槽、管、暗きょ、マンホール、溝又はピットの内部」等を挙げている。

　このような場所は特に密閉性の高い環境下にあり、硫化水素が発生するための要因（①硫黄の存在、②有機物の存在、③嫌気条件、④硫酸塩還元菌の存在）がある。

　硫化水素は主に、以下の二通りの過程を経て生成されると考えられている。

表4-2-1　当該肥培かんがい施設の状況と危険項目

施設名称		除塵機ピット(流入口)						貯　留　槽				
機能		敷料除去、ふん尿収集・希釈						一時貯留				
構造規模	形式	除塵機	付随施設	寸　法 （m）	貯留 日数 （日）	有効 容量 （m³）	形式	移送施設	寸　法 （m）	貯留 日数 （日）	有効 容量 （m³）	
	地下 ＲＣ 構造	スクリュープレス	･スラリーポンプ (7.5kw)	4.1 ×3.4 ×1.40 ×1槽	2 日間	15	地下 ＲＣ 構造	･PTO式 竪型ポンプ	6.3 ×8.2 ×3.4 ×1槽	26 日間	155	
概要図		平面図　断面図 4600　2150　2450　3900　3900　牛舎						平面図　断面図 6900　8800　貯留槽				
写真												
設計当初	構造	除塵機ピット（流入口）は、ふん尿を水平に設置したバーンクリーナーで除塵機へ投入。 流入口から貯留槽への移送には、地形条件よりポンプ圧送ととなっている。また未熟スラリーは、貯留槽への移送までの間に十分な攪拌を行うことが重要であるため、開口部にスラリーポンプ（7.5KW）と攪拌装置が設置。 ポンプ吸込みの効率性と槽内攪拌時に死水域が生じないよう釜場(深さ35cm)を設定。						貯留槽は、除塵機ピットから送られるスラリーが高濃度で夾雑物の混入があるため、開口部にカッティング機能の付いた竪型スラリーポンプが設置。竪型スラリーポンプは、トラクタＰＴＯ駆動タイプ。 ポンプ吸込みの効率性と槽内攪拌時に死水域が生じないよう釜場(深さ40cm)を設定。スラリーの移送困難などのトラブル時に移動式水中攪拌機の設置及び点検口として開口部を設定。 ポンプに小石などの土砂が混入するトラブルを防ぐために、0.10mの土砂溜めを設置。				
	設備	流入口の開口部には、溶解亜鉛めっき処理を施した縞鋼板蓋が設置。しかし、腐食による損傷が激しいことから更新。 蓋は、大人2人で持てる程度の重さに設定されている。						貯留槽の開口部には、溶解亜鉛めっき処理を施した縞鋼板蓋が設置。しかし、H16年度に腐食による損傷が激しいことから、高度な耐食性を持つステンレス製蓋（厚さ4mm）に更新。 蓋は、大人2人で持てる程度の重さに設定されている。 タラップは、汚泥除去のための槽内作業用として設置。				
現状		(1)スクリュープレス流入口開口部には、着脱式の蓋がある。蓋の重さは43kg/枚、34kg/枚であり、スペースが狭いため、蓋の取り外しが困難。 (2)スラリー移送時に硫化水素等が発生する可能性。						(1)貯留槽開口部には、着脱式の蓋がある。蓋の重さは、23.5～26.5kg/枚。 (2)タラップの下に釜場（深さ40cm）があり、排出しきれないスラリーが溜まるため、汚泥除去時にタラップで降りた場合には、足下が見えず転倒する可能性。 (3)スラリー攪拌、移送時に硫化水素等が発生する可能性。				
危険項目		(1)転落 (2)硫化水素等の発生						(1)転落 (2)転倒（槽内・タラップ下） (3)硫化水素等の発生				

曝　気　槽				
撹拌曝気				
形式	付随施設	寸　法（m）	貯留日数（日）	有効容量（m^3）
地下ＲＣ構造	・PTO式圧送ポンプ ・水中スラリーポンプ(5.9kw) ・エジェクター ・消泡機（0.75kw）	φ7.5×4.7×1槽	28 日間	168

調　整　槽				
スラリー貯留				
形式	付随施設	寸　法（m）	貯留日数（日）	有効容量（m^3）
地上鋼板パネル(共同)	・水中攪拌機(11.0kw)×4基	φ21.93×4.68×2槽	180日間	1654×2槽＝3308

曝　気　希　釈　槽			
希釈曝気			
形式	付随施設	寸　法（m）	有効容量（m^3）
地下ＲＣ構造(共同)	・水中スラリーポンプ(5.9kw) ・PTO式圧送ポンプ ・水中撹拌機(4.0kw) ・消泡機(1.5kw)×2基	φ11.0×4.4×1槽	304

曝　気　槽	調　整　槽	曝　気　希　釈　槽
平面図　断面図	平面図　断面図	平面図　断面図
曝気槽は、保温性の優れているコンクリート槽とし、頂板のある密閉型。 　槽の形状は、撹拌効率を考慮して円形。 　槽の深さは、曝気発酵時に発生する泡に対する液面上の余裕高0.50m、次の曝気調整のために種スラリーとして残液貯留の余裕高0.40mを設定。 　曝気ポンプ設置箇所には、開口部を設定。	調整槽は、耐久性、安全性、保守管理の点で優れ、スラリーシステムでも多くの実績のある地上型の「組立鋼板槽（スラリーサイロ）」。 　槽の形状は、撹拌効率を考慮して円形。 　調整槽では、副次的な撹拌、曝気が行われ（浮遊固形層）やスラッジ（沈殿堆積層）の発生を防止。	希釈槽は、保温性の優れているコンクリート槽で、頂板のある密閉型。 　槽の形状は、撹拌効率を考慮して円形。 　槽の深さは、曝気時に発生する泡に対する液面上の余裕高0.50mと次の曝気調整のために種スラリーとして残液貯留の余裕高0.70mを設定。 　水中曝気ポンプと水中撹拌機設置箇所には、開口部を設定。
曝気槽の開口部には、点検頻度が高いことから安価で作業性の良い、木製蓋が設置。しかし、H14年度に腐食による損傷が激しいことから、試行的に軽量で腐食に強いFRP製蓋に更新され、開口部に防護ネットも設置。蓋の表面には、滑止め加工が施されている。蓋は、大人2人で持てる程度の重さに設定されている。 　タラップは、汚泥除去のための槽内作業用として設置。	施設管理用の階段が設置。	希釈槽の開口部には、点検頻度が高いことから安価で作業性の良い、木製蓋を設置H18年度に腐食による損傷が激しいことから、高度な耐食性を持つステンレス製蓋（厚さ3mm）に更新。蓋の表面には、滑止め加工が施されている。蓋は、大人2人で持てる重さに設定されている。 　タラップは、汚泥除去のための槽内作業用として設置。
(1)曝気槽開口部には、着脱式の蓋がある。蓋の重さは18kg/枚。また、転落落下防止策として網が張られている。 (2)スラリー曝気、移送時には硫化水素等が発生する可能性。	(1)施設管理用の階段の進入口は閉じてある。 (2)スラリー撹拌時、移送時には硫化水素等が発生する可能性。	(1)希釈槽開口部には、着脱式の蓋がある。蓋の重さは、14.5kg/枚。 (2)スラリー撹拌、移送時には硫化水素等が発生する可能性。
(1)転落 (2)硫化水素等の発生	(1)転落 (2)硫化水素等の発生	(1)転落 (2)硫化水素等の発生

①汚泥や汚水中には硫黄を含有するタンパク質（有機物）が存在し、それを分解する腐敗菌の働きにより硫化水素が生成される。

②汚泥や汚水中には硫酸イオンや硫酸塩も存在し、腐敗菌による有機物の分解過程で酸素が消費されて無酸素状態（嫌気条件）になると、硫酸塩還元菌の働きにより硫化水素が生成される。

生成された硫化水素は、大気中に拡散されやすい状態で汚泥や汚水中に存在しており、汚泥の撹拌あるいは汚水の急激な移動等に伴い容易に大気中に放散される。

硫化水素は、空気より比重が大きく（1.19）空間の低い位置に溜まりやすい上、水に溶けやすい性質を持ち、結露水や汚水などに保持されやすいことから大気への拡散による濃度の低下が緩慢であるという性質を持つ。また、無色であるが、腐卵臭を持ち、人体への有毒性が強い。硫化水素濃度とその濃度によって生じる人体症状は表4-2-2のとおりである。

（イ）スラリー中での硫化水素の発生

家畜ふん尿には硫黄（牛体にとって必須元素であり、飼料から摂取され、含硫タンパク質あるいは硫酸塩として排出される）が含まれる。家畜ふん尿が貯留槽に投入されると、腐敗菌の働きにより含硫タンパク質が分解され、硫化水素が生成される。また、スラリー内の酸素が腐敗菌によって消費されて無酸素状態となり、硫酸塩還元菌による硫酸イオンあるいは硫酸塩の還元が進み、硫化水素が生じる。

生成した硫化水素は、スラリー中、結露水中及び槽内底部の空気中に溜まるが、硫黄と有機物の量は十分にあるため、硫化水素の量は増加し続ける。

スラリー中で生成した硫化水素は、ほとんど大気に放散されずスラリー中での蓄積が進むため、撹拌や移送等によりスラリーが流動した際に、溶けている硫化水素ガスが大気中に放散され、槽内の硫化水素濃度が高くなると考えられる。

表4-2-2　硫化水素の毒作用

濃度 ppm	部位別作用・反応		
	嗅覚		
0.025	鋭敏な人は特有の臭気を感知できる（嗅覚の限界）		
0.3	誰でも臭気を感知できる		
3～5	不快に感じる中程度の強さの臭気		
10		眼の粘膜の刺激下限界	
20～30	耐えられるが臭気の慣れ（嗅覚疲労）で，それ以上の濃度に，その強さを感じなくなる	呼吸器 肺を刺激する最低限界	
50			眼
100～300	2～15分で嗅覚神経麻痺で，かえって不快臭は減少したと感じるようになる	8～48時間連続ばく露で気管支炎，肺炎，肺水腫による窒息死	結膜炎（ガス眼），眼のかゆみ，痛み，砂が眼に入った感じ，まぶしい，充血と腫脹，角膜の混濁，角膜破壊と剥離，視野のゆがみとかすみ，光による痛みの増強
170～300		気道粘膜の灼熱的な痛み 1時間以内のばく露ならば，重篤症状に至らない限界	
350～400		1時間のばく露で生命の危険	
600		30分のばく露で生命の危険	
	脳神経		
700	短時間過度の呼吸出現後直ちに呼吸麻痺		
800～900	意識喪失，呼吸停止，死亡		
1000	昏倒，呼吸停止，死亡		
5000	即死		

中央労働災害防止協会：新酸素欠乏危険作業主任者テキスト(2007)より

イ　酸素欠乏、メタン、アンモニアの発生

硫化水素が発生しやすい高気密性である場所は、メタン、二酸化炭素、アンモニア等のガスも生成されやすく、それに起因した酸素欠乏も発生しやすい状態にある。

以下、酸素欠乏、メタンガス、アンモニアガスの特性を示す。

（ア）酸素欠乏

労働安全衛生法の規定に基づく酸素欠乏症防止等規則では、作業場の空気中の酸素濃度が１８％以上になるように、換気を定めている（表4-2-3)。

スラリー中の細菌等が有機物を分解すると同時に酸素を消費することにより、スラリー中の酸素濃度が低下し、液面で接している空気中から酸素がスラリーに溶け込むことにより、槽内空気の酸素濃度も低下し、酸素欠乏を生じる。

表4-2-3　酸素濃度と酸素欠乏症の症状等との関係

段階（ヘンダーソンの分類による）	空気中酸素		動脈血中酸素		酸素欠乏症の症状等
	濃度	分圧	飽和度	分圧	
	(%) 18	(mmHg) 137	(%) 96	(mmHg) 78	安全下限界だが、作業環境内の連続換気，酸素濃度測定，安全帯等、呼吸用保護具の用意が必要
1	16～12	122～91	93～77	67～42	脈拍・呼吸数増加，精神集中力低下，単純計算まちがい，精密筋作業拙劣化，筋力低下，頭痛，耳鳴，悪心，吐気，動脈血中酸素飽和度85～80%（酸素分圧50～45mmHg）でチアノーゼが現れる
2	14～9	106～68	87～57	54～30	判断力低下，発揚状態，不安定な精神状態（怒りっぽくなる），ため息頻発，異常な疲労感，酩酊状態，頭痛，耳鳴，吐気，嘔吐，当時の記憶なし，傷の痛み感じない，全身脱力，体温上昇，チアノーゼ，意識もうろう，階段・梯子から墜落死・溺死の危険性
3	10～6	76～46	65～30	34～18	吐気，嘔吐，行動の自由を失う，危険を感じても動けず叫べず，虚脱，チアノーゼ，幻覚，意識喪失，昏倒，中枢神経障害，チェーンストークス型の呼吸出現，全身けいれん，死の危機
4	6 以下	46以下	30以下	18以下	数回のあえぎ呼吸で失神・昏倒，呼吸緩徐・停止，けいれん，心臓停止，死

中央労働災害防止協会：新酸素欠乏危険作業主任者テキスト(2007)より

（イ）メタンガスの発生

有機物の分解により作られた有機酸に、メタン生成菌の働きが加わりメタンガスが生じる。メタンは溶解性が小さく、比重も小さいため、気中に放出されやすい。

（ウ）アンモニアガスの発生

スラリーに含まれる窒素化合物（有機性窒素、尿素、アミノ酸等）は、菌や化学反応等の作用でアンモニアに分解されるが、アンモニアの蒸気圧は常温でも高いため、生成により濃度が高くなると気中に放出される。

ウ　当該肥培かんがい施設の状況

（ア）施設の運用状況

当該肥培かんがい施設の貯留槽は、設計上２６日間の貯留容量を持つ。職員が蓋を落下させた６月２４日に、貯留槽は半分程度スラリーが貯留されていたとみられている。事故が発生した７月１３日の直近に満杯状態で貯留槽から曝気槽へスラリーを移送したとすると、この間１９日であるから、施設使用者は約４０日間スラリーを貯留していたと考えられる。

これは、共同利用者（F 農場）から当該肥培かんがい施設の利用状況を聞き取った貯留日数４５日間とほぼ一致する。この貯留日数から判断すると、使用者は、用水でほとんど希釈せずにスラリーを貯留していたと考えられる。

（イ）事故発生時の状況

共同利用者（F 農場）からの聞き取り結果、並びに先述した硫化水素等の発生要因から、事故発生時の状況は以下のように推測される。

①被災者が貯留槽に入ったと思われる７月１２日の当日か前日まで貯留を継続し、スラリーの貯留日数は開始から４０日程度経過していた。腐敗菌及び硫酸塩還元菌による硫化水素の生成が進行し、硫化水素がスラリー中に蓄積していた。

②満杯に近い状態のスラリーのほぼ全量を曝気槽に移送した際、スラリーが急激に流動したために、スラリー中に溜まっていた多量の硫化水素が放出された。

③硫化水素は空気より比重が大きく、さらに貯留槽はほぼ密閉状態だったために気体の流動性が低く、貯留槽の底部に硫化水素が高濃度で滞留した。

④被災者が貯留槽内に進入した時点でも、なお、硫化水素濃度が高い状態にあった。

エ　現地調査による貯留槽内での硫化水素の発生状況の検証

硫化水素発生状況を確認するため、当該肥培かんがい施設及び施設構成が類似する２施設（当該肥培かんがい施設と同じ形式のＦ農場（タイプ③）、G 農場（タイプ④））で現地試験を行った（施設のタイプはp30肥培かんがい施設システム概念図を参照）。

試験は、各施設においてスラリーの移送又は撹拌による流動前に硫化水素濃度を測定した後、移送又は撹拌を行い流動直後の状態で再度、濃度の測定を行った。また移送終了後１日又は２日目に、濃度を測定し、経時変化を確認した。

貯留槽における貯留日数とスラリー流動直前及び直後のスラリー液面直上の硫化水素濃度を図4-2-1に示す。

さらに移送前後と、移送１～２日経過後の濃度変化を表4-2-4に示す。

硫化水素の発生と濃度の変動の状況は以下のとおりであった。

①移送又は撹拌による流動前における貯留槽内の硫化水素濃度は0～2ppmと低い。

②スラリーが移送又は撹拌された直後は､いずれも80ppm以上であった。

③当該肥培かんがい施設（A農場）の移送直後においては､「昏倒、呼吸停止、死亡」の危険を生じる高い濃度（1,000ppm）が液面直上で測定された。

④移送が終了した後、1～2日経てば10ppm以下まで低下した。

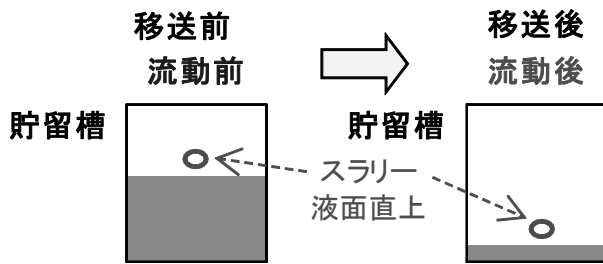
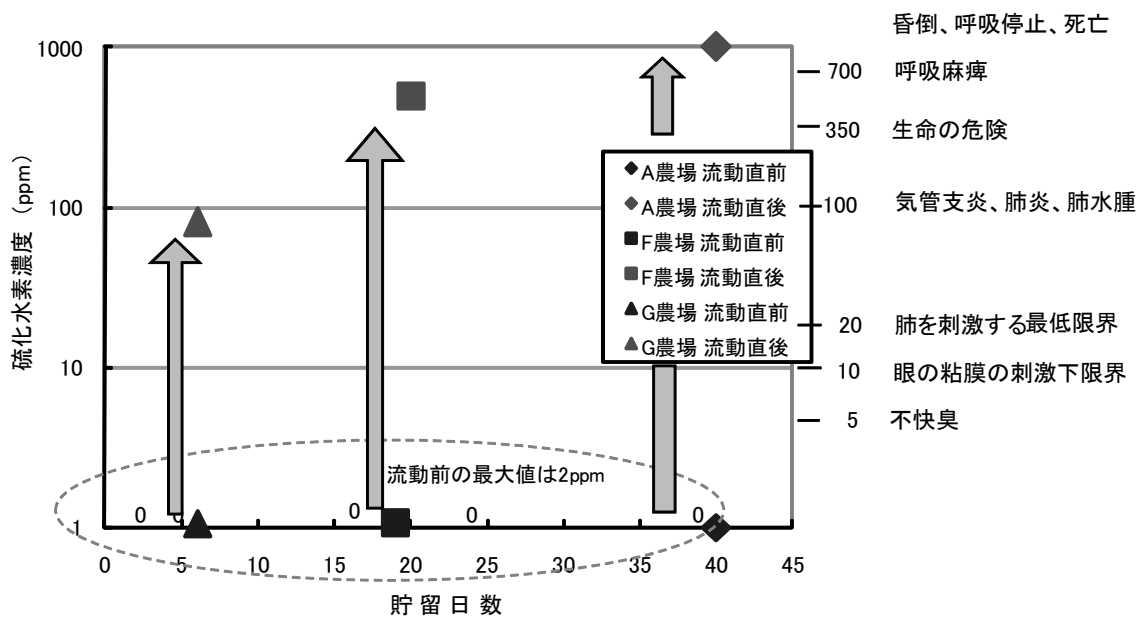



図4-2-1　貯留日数と硫化水素濃度の関係

表4-2-4 移送前後、１日後及び２日後の貯留槽内硫化水素濃度（ppm）

A農場		8月31日（流動直前）	8月31日（流動直後）	9月2日（2日後）
	貯留槽（液面上）	0.6	1,000	0
F農場		8月31日（流動直前）	9月1日（流動直後）	9月2日（1日後）
	貯留槽（液面上）	0.5	500	0

（２）維持管理のための酸素欠乏危険箇所である施設槽内への進入

貯留槽には、タラップが附帯しており、内部へ進入することを前提とした構造である。

これは、牛舎から排出されるスラリー原材料には砂及び粘土が含まれ、これらの粒子が貯留槽底部に堆積し、槽内スラリーを撹拌・移送するためのポンプあるいは撹拌機の機能を弱め、堆積が過剰になると槽の有効容積が減少するおそれがあるため、必要となった場合除去作業を可能とする等、施設の保守のために設置されたものである。

この汚泥除去のための槽内作業は、一般的な営農作業で行われるものではなく、酸素欠乏あるいは硫化水素による危険性も伴うため、専門業者（汚泥処理業者、雑排水処理業者等）に委託されることが多い。

なお、貯留槽にはポンプ及び撹拌機能を有した竪型ポンプが設置されているが、ウィンチやクレーンなどにより機械自体を槽外に取り外すことが可能となっており、メンテナンスあるいは交換時においても槽内部に進入しなくてもよい。

（３）蓋や異物の開口部からの落下・人の転落

当該肥培かんがい施設の貯留槽の開口部は着脱式の蓋が設置されている。蓋は、１枚で25.5kgの重量があり、また、形状も縦長が1.2mと長いため、大人の男性でも一人では容易に持ち上げることが難しい。肥培かんがい施設の利用管理は、個々の農家の敷地内において各農家によって行われるものであり、蓋の形状･重量から安易に開口部の開閉ができない構造となっている。

３　当該肥培かんがい施設の安全対策状況

（１）安全対策施設

除塵機ピット（流入口）、貯留槽、曝気槽、曝気稀釈槽は一般的な畜産関連施設と同形式の地下埋設構造物（鉄筋コンクリート製）となっており、汚泥除去等の維持管理等のために開口部が設けられている。しかし、日常の営農においては、槽内への進入は想定しておらず、長年の間に蓄積される汚泥除去等の特別な処理の時に限られるため、槽内については、特別な強制換気装置は設置されていない。

但し、蓋の除去や臨時的な送風機の設置等により開口部を通じた換気は可能である。

蓋については、簡単な移動ができない重量であり、強度もあるため、これにより安全性が確保されている。

（２）警告等の表示

肥培かんがい施設の利用管理は、個々の農家の敷地内において各農家によって行われることから、営農者以外への警告等を意図した特別な表示はなされていない。

（３）農家への注意喚起

肥培かんがい施設の完成後には、施設の利用マニュアルや機器類の取扱説明書一式を利用農家に手交するのが通例とされている。

当該肥培かんがい施設については、設置された平成４年度～６年度から長期を経ているため、事業所においても当時のマニュアル（平成７年４月）もそのごく一部と思われるものしか残っていない状況であり、その中では、有毒ガスの注意喚起の記述は確認されなかった。

当該肥培かんがい施設は、平成１６年度に貯留槽の蓋を交換したほか、平成２１年度には貯留槽のスラリー移送ポンプを交換している。事業所に残っていたこの取扱説明書（メーカー作成のもの）と同じ資料には、有毒ガスの発生、中毒の危険性及び槽内部に入る場合の厳守事項等の警告が記載されている。資料の手交の事実関係については確認されていないが、完成時には使用者立ち会いのもと、ポンプの取り扱いについて説明が行われたことが確認されている。

４　肥培かんがい施設タイプ別調査

（１）システムの変遷

肥培かんがい施設のシステムは大別して以下の様な変遷となっている。なお、調査にあたって、スラリーから発生するガスがスラリーの希釈濃度や貯留期間に関係する可能性を視野に、タイプを５つに分類した（図4-4-1)。

[初期]昭和４０年～４０年代（タイプ①）

農家が貯留したふん尿を肥培かんがい施設の調整槽で希釈し、散布する方式。オーストリアの研究等をもとに希釈倍率は７倍とされている。

[システム開発期]昭和６０年～平成１０年頃（タイプ②③④）

ふん尿を除塵（固液分離）した上で、水で希釈し、曝気処理をすることで腐熟（好気性発酵）により、肥効性を高め、適期に散布する方式。牧草への散布期（需要期）とスラリーの供給期の需給調整のため、調整槽を設けている。施設の規模を小さくするため、用水希釈を曝気用と散布用の2系統とされている。フリーストール化や多頭化による大量のスラリーを効率的かつ有効に利用するため、適正な曝気日数や効果の実証、及びシステムの信頼性向上の検討が進められた。

当該肥培かんがい施設は、タイプ③に位置付けられる。

[現行システム期]平成１０年頃以降（タイプ⑤）

曝気処理による腐熟化で流動性が高まることで希釈倍率を再考し、希釈水量が減少したことにより散布労力の軽減が可能となった。用水量は牧草収量の効果の実証試験を踏まえ、土壌別の限界施用量を基本としており、希釈倍率は３倍程度とされている。

また、毎日発生したふん尿を移送・投入する連続方式とすることで、貯留槽を必要としないシステムとなった。

肥培かんがい施設システム概念図を図4-4-1に示す。

タイプ	畜　舎	除塵機ピット（流入口）	貯留槽（ － ）	曝気槽（調整槽）	調整槽（配水調整槽）	希釈槽（ - ）	特　徴	作業工程
①	ふん尿	用水 地下RC 調整槽 希釈					・7倍希釈 ・除塵機なし ・曝気装置なし ・既存の尿溜からふん尿を調整槽へ移動、希釈して散布	ふん尿をふん尿槽に貯溜し、散布時にふん尿を調整槽へ移動させ、ここで一定の濃度に希釈してポンプで圃場へ移送する。
②	ふん尿	地下RC 除塵機ピット ふん尿希釈 （スラリー化） 2 日間	用水 地下RC 貯留槽 未熟スラリー貯留 26 日間	地下RC 曝気槽 曝気撹拌 （スラリー熟成） 28 日間	地上鋼製 調整槽 スラリー貯留撹拌 180 日間		・7倍希釈 ・バッチ方式(一括処理) ・除塵機を設置 ・曝気槽は円形 ・２８日間曝気	ふん尿を除塵機に投入し、分離液を除塵機ピット(流入口)へ一時貯溜する。流入口から、貯留槽へポンプ圧送し、貯留槽から曝気槽へPTOポンプで移送する。曝気槽で曝気撹拌した後、PTOポンプで調整槽へと移送する。
③	ふん尿	用水 地下RC 除塵機ピット ふん尿希釈 （スラリー化） 2 日間	地下RC 貯留槽 未熟スラリー貯留 26 日間	地下RC 曝気槽 曝気撹拌 （スラリー熟成） 28 日間	地上鋼製 調整槽 スラリー貯留撹拌 180 日間	用水 地下RC 希釈槽 希釈撹拌	・7倍希釈 ・バッチ方式 ・除塵機を設置 ・曝気槽は円形 ・２８日間曝気 ・調整槽、希釈槽は共同利用 ・用水は２系統	ふん尿を除塵機に投入し、分離液を除塵機ピット(流入口)へ一時貯溜する。流入口から、貯留槽へポンプ圧送し、貯留槽から曝気槽へPTOポンプで移送する。曝気槽で曝気撹拌した後、PTOポンプで共同施設の調整槽へと移送する。
④	ふん尿	用水 地下RC 除塵機ピット ふん尿希釈 （スラリー化） 2 日間	地下RC 貯留槽 未熟スラリー貯留 12 日間	地下RC 曝気槽 曝気撹拌 （スラリー熟成） 14 日間	地上鋼製 調整槽 スラリー貯留撹拌 180 日間	用水 地下RC 希釈槽 希釈撹拌	・7倍希釈 ・バッチ方式 ・除塵機を設置 ・曝気槽は円形 ・１４日間曝気 ・調整槽、希釈槽は共同利用 ・用水は２系統	ふん尿を除塵機に投入し、分離液を除塵機ピット(流入口)へ一時貯溜する。流入口から、貯留槽へポンプ圧送し、貯留槽から曝気槽へPTOポンプで移送する。曝気槽で曝気撹拌した後、PTOポンプで共同施設の調整槽へと移送する。③タイプとは、貯留槽、曝気槽の貯留日数、曝気日数が違う。
⑤	ふん尿	用水 地下RC 流入口 ふん尿希釈 （スラリー化） 3 日間		地下RC 調整槽 曝気撹拌 （スラリー熟成） 14 日間	半地下PC 配水調整槽 スラリー貯留撹拌 142 日間		・3倍希釈相当 ・連続方式 ・除塵機を設置 ・調整槽は矩形又は六角形 ・配水調整槽は共同利用	流入口に集められたふん尿は除塵機に投入され、分離液を流入口から調整槽へ水中ポンプで移送する。調整槽で曝気撹拌した後、PTOポンプで共同施設の配水調整槽へと移送する。

図 4-4-1　肥培かんがい施設　システム概念図

（２）施設の整備状況

全道における国営事業により整備された肥培かんがい利用施設数を過去１０年単位で見てみると、平成３年から平成１２年までの１０カ年では８４か所あり、その６７％は宗谷・留萌管内にある。

また、平成１３年から平成２２年までの１０カ年をみると３２１か所あるが、その７７％は根釧管内に集中している。

一方、十勝管内においてはこの１０カ年では6か所にとどまり、十勝南部農業開発事業所においては、平成４年度～６年度の試験施設の整備以降、建設されていない。

（３）タイプ別点検・調査と危険項目

十勝管内5タイプから各々１か所を選定し、肥培かんがい施設の点検調査を実施したところ、システムを構成する各々の施設について、ほぼ共通する結果が得られた。

ア　貯留槽等

（ア）構造

全てのタイプにおいて転落防止策として蓋が備えられている。蓋は、使用者の作業性を踏まえ着脱式となっているが、槽内の状況確認のため、簡易点検小窓が設置されているものもある。

タラップは、タイプ①の施設を除き、汚泥除去を目的として全ての槽に設置されているが、一部の施設において腐食性ガス等の影響により劣化が進んでいるものも見受けられた。

（イ）硫化水素の発生

貯留槽と曝気槽を有するタイプ４か所において、硫化水素の測定を行ったところ、スラリーの流動に伴い槽内では高い濃度が測定されたが、槽外が開放された条件下においては濃度が低く、槽外で作業する限りにおいては危険性が低いことが判明した。しかし、開口部直上0.15m地点では、曝気状態で80ppmが測定され（図4-4-2)、「8～48時間連続ばく露で気管支炎、肺炎、肺水腫による窒息死」を伴うことが想定された（表4-2-2)。

イ　建屋

流入口が建屋で覆われている施設について、建屋内の換気条件によっては、ピット内から発生した硫化水素が建屋内に滞留する可能性があったため、帯広開発建設部が必要な調査・検討を行い、平成２３年８月下旬以降関係農家に注意喚起を行った。

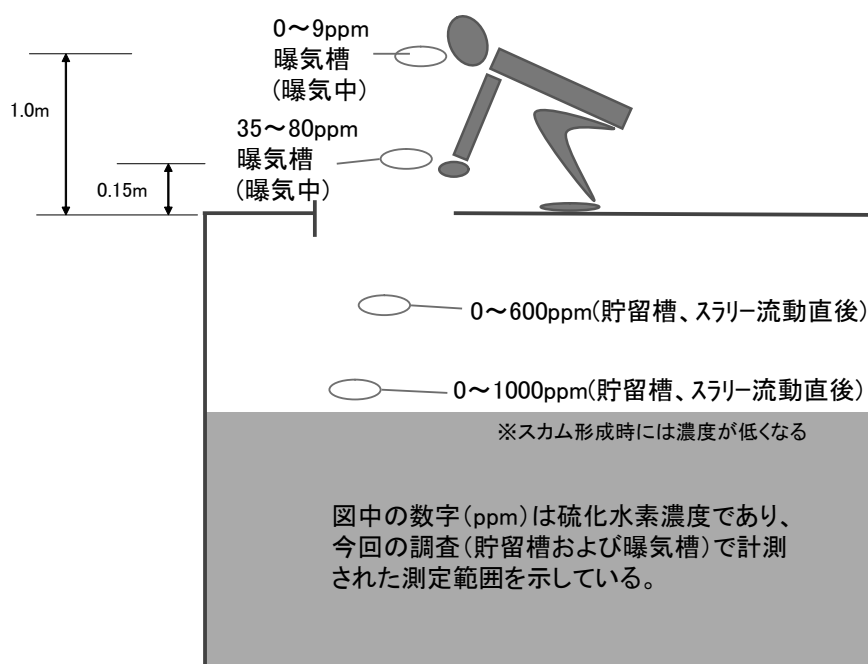



図4-4-2　曝気槽及び貯留槽内外の硫化水素濃度

5　肥培かんがい施設の運用状況

肥培かんがい施設を利用管理している農家の施設運用状況を把握するために、帯広開発建設部管内肥培かんがい施設運用農家４９戸に対して、戸別訪問調査とその分析を行った。

（１）貯留槽等

ア　運用マニュアル

肥培かんがい施設の操作や維持管理に関するマニュアル及び運用にあたっての留意事項記載の有無については、マニュアルの有無に関して、あると回答した農家は３８％（１５戸）であった。また、その内訳としてマニュアルの中に留意事項が記載されていたと回答したのは８％（３戸）であり、留意事項がない、若しくは記憶にないと回答したのは３０％（１２戸）であった。マニュアルがないと回答した中には、設置時に口頭で施設の操作方法を説明されただけ、という内容のものも含まれる。

施設設置年とマニュアル有無の関係をみると、設置年が新しくなる程、マニュアルあり及び留意事項の記載ありと回答した農家が増加傾向にあった。

マニュアルの留意事項は主に機器操作上の危険性について述べられており、その中でメンテナンス時における有毒ガスに対する注意喚起の記載も

確認された。

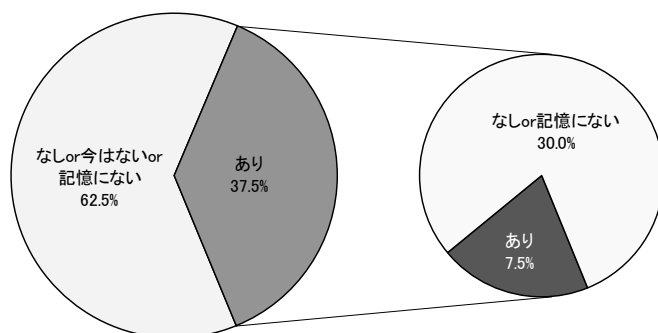



図4-5-1　マニュアル（左）と留意事項記載（右）の有無

表4-5-1　施設設置年とマニュアルの有無　（単位;戸）

有無＼設置年	～S59	S60～H10	H11～H22
マニュアルあり	3	3	9
マニュアルなし、今はない、記憶なし	19	5	1

表4-5-2　施設設置年と留意事項記載の有無　（単位;戸）

有無＼設置年	～S59	S60～H10	H11～H22
留意事項記載あり	0	0	3
留意事項記載なし､記憶なし	3	3	6

イ　施設の維持管理

（ア）槽内残留物の除去

除塵機ピット（流入口）、貯留槽、曝気槽等で維持管理上発生する、槽内残留物（ふん尿固形物や敷料）の除去に関するアンケート調査結果を図4-5-2に示す。

この問に対しては４５戸から有効回答があり、これまでに槽内残留物等を除去したことがあると回答した農家は１９戸であった。４５戸分の回答の内、農家自らが槽内に入って除去を行ったケースは１１％（５戸）、専門業者が槽内に入って除去したケースは１３％（６戸）であっ

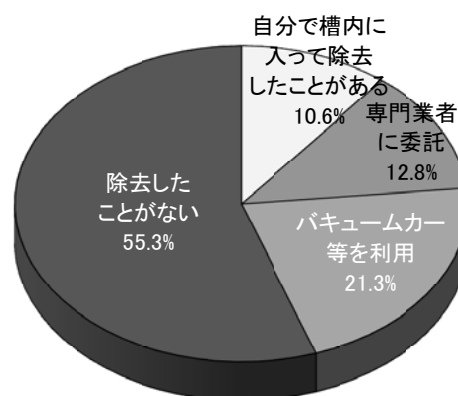



図4-5-2　槽内残留物除去作業の有無
（複数回答あり）

た。また、バキュームカー等を利用して除去したことがあるのは２１％（１０戸）であった。一方、除去したことがないという回答が半数以上（２６戸）を占めていた。

表4-5-3には、聞き取り調査により明らかになった、各農家における進入対象施設及び槽内進入の要因と除去作業時の対応を示す。

表4-5-3　進入対象施設及びその要因と作業時の対応

施設	進入の要因	対応
流入口	蓄積したゴミを除去するため	槽が空になった時に自ら槽内に進入して除去
流入口	蓄積した汚泥を除去するため	槽が空になった時に自ら槽内に進入して除去
流入口	槽内を掃除するため	事前に何度も水洗いし、自ら槽内に進入
流入口	竪型ポンプに詰まった砂を除去するため	まず、自ら槽内に進入したが断念し、その後業者に委託
流入口	セパレーター交換時に異物を除去するため	業者に委託して除去
貯留槽	蓄積した汚泥を除去するため	業者に委託して除去
貯留槽	蓄積した汚泥を除去するため	開発局経由で業者委託し、除去
貯留槽	蓄積した汚泥を除去するため	進入前に送風機を用いて十分換気した。汚泥は大部分ポンプで吸引し、残りはスコップを用いて除去
曝気槽	定期管理のため	業者に委託して除去
曝気槽	定期管理のため	業者に委託して除去
曝気槽	定期管理のため	業者に委託して除去
配水調整槽	定期管理のため	業者に委託して除去

農家が自ら槽内に進入したケース

除去作業の対象は主に除塵機ピット（流入口）、貯留槽及び曝気槽であった。頻度については設置後現在までに１回行ったとする回答がほとんどである。

以上のことから、４５戸の内約半数の農家が施設内での残留物除去作業を実施しており、全体のおよそ１０％が自ら槽内に進入して作業していることが分かった。

（イ）ポンプ等の故障

除塵機ピット（流入口）、貯留槽、曝気槽等において維持管理上発生する、ポンプ等の故障に関するアンケート調査結果を表4-5-4に示す。

調査の結果、この問に対する有効回答が得られた４２戸の農家の内、３１％（１３戸）がこれまでにポンプ等機械類の故障を経験しており、その内２戸は自ら槽内に進入して修理を行ったことがあった。

表4-5-4　ポンプ等の故障の有無
（複数回答あり）

ポンプ等の故障対応	戸数(戸)
自分で槽内に入って対応	2
専門業者に委託	10
故障したことがない	28
その他	3

（ウ）異物の除去

その他、表4-5-5に示すように、槽内に異物を落下させた事例が８件あった。そのうち２件は、農家が自ら槽内に入って対処したことがあった。

表4-5-5　異物の落下及びその後の対応

施設	落下物	対応
集ふん口	工具	業者に委託して除去
流入口	携帯電話	－
流入口	携帯電話	－
流入口	ポンプのジョイントシャフト	貯留物を汲み上げて槽を空にして回収
貯留槽	ビニール・木片	水位上昇時に竿を用いて除去
貯留槽	携帯電話	－
貯留槽及び曝気槽	地震により落下した貯留槽、曝気槽の蓋	鋼製である貯留槽の蓋は、スラリー移送後に槽内が空の状態で、時間(どの程度かは記憶なし)をおいて臭いがないのを確認してから槽内に進入して回収。木製である曝気槽の蓋は、水位上昇時に道具を用いて回収
曝気槽	木材	水位上昇時に熊手を用いて除去

（網掛け）農家が自ら槽内に進入したケース

（２）建屋

除塵機ピットの撹拌を頻繁に行っている施設では、建屋内の換気の状態によっては除塵機ピット（流入口）から発生した硫化水素が滞留する可能性がある。

また、アンケート調査において、除塵機ピット（流入口）内に滞留する有毒ガスの対策として、現況では換気状況が十分とは言えず、作業中に危険を感じるという意見が１件あった。

6　農家及び職員への危険性の周知状況

（1）北海道開発局の取り組み状況

ア　職員への周知状況

技術系職員については、工事の監督業務に携わることが多く、これを遂行する上で必要となる工事の安全確保のための通知や研修の中で酸素欠乏等の危険性が取り扱われている。

肥培かんがい施設については、設計のためのマニュアルとして配布した資料の中でスラリー撹拌時に放出される硫化水素の危険性の記述がある。

また、事業を実施している事務所等で、肥培かんがい施設工事における有毒ガスの発生を留意事項として取り扱っているなどの周知状況が確認された。

イ　農家への周知状況

肥培かんがい施設設置から長期を経ているものも多く、全ての状況について確認することは困難だが、これまで代表的な地区での状況について調査したところ、農家への施設の引き渡しの際に手交する管理マニュアルや機器取扱説明書の中で有毒ガスの危険性について警告されている事例が多く確認された。

帯広開発建設部においても、施設の引き渡し時に農家への説明や警告が表示された取扱説明書を手交するなどの取り組みが確認された。

表4-6-1　肥培かんがい施設の工事等に係る安全確保についての職員への周知の状況

部 署	区 分	文 書 名 等	主 な 内 容
北海道開発局	通知文書	農業土木仕様書(平成23年4月)	土木工事安全施工技術指針等を参考として、工事の安全管理を行うべきことを記述。
		土木工事安全施工技術指針 (平成21年3月)	工事の安全確保のため、酸素欠乏等の危険のある場所における作業場での酸素、硫化水素の濃度測定等を行うように記述。 (圧気工、トンネル工等は個別に取り上げられ、留意事項が記載されているが、肥培かんがい施設は事項として取り上げられていない。)
		土木工事等施工技術安全指針 (平成21年)	上記に準じた内容。
	執務 参考資料	「スラリーかんがいの理論と実際」 (平成5年3月)	肥培かんがい施設の設計のためのマニュアルとして担当職員に配布。 「家畜スラリーを嫌気状態で放置すると、多量の硫化水素が生成され、スラリーの撹拌作業、散布作業時に多量の硫化水素ガスが放出され、健康上最も有毒なガスである。」「硫化水素によって臭気感覚が麻痺されるため、高濃度に気づかず、意外な事故を招くと言われている。」等の記述。
		「スラリーかんがい(スラリーゲイション) ーその理論と実際ー(未定稿) (平成7年4月)	上記を基に、調査・設計マニュアルとして作成。硫化水素についての記述は、同様。 (H9年2月に、同名称の書籍(硫化水素に係る記述は同様)が編纂されている。)
	研修等	土木施工管理技術研修 (年1回、6名程度)	施工計画・安全管理の講義の中で、労働安全衛生法の体系を解説。資料に、酸素欠乏防止規則が規程されている旨記載。
		工事品質管理研修 (年1回、10名程度)	安全管理の講義の中で、労働安全衛生法の体系を解説。資料に、酸素欠乏防止規則が規程されている旨記載。
釧路開発建設部	統一文書	工事特記仕様書	既存のふん尿槽内での作業における留意点として、十分な換気、ガス濃度測定機による安全確認、防護マスクの着用を義務付け。(H20から)
		工事実施に伴う留意事項	肥培かんがい施設の工事において留意すべき事項のチェックリストとして作成しており、全ての工事について、監督員と受注者との初回打ち合わせの際にこれを用いて確認。(H21～)「既設ピット内などの作業は、有毒ガスが含まれることがあることから、換気に十分留意すること。(類似工事で死亡事故有り。)」との記述がある。
	執務 参考資料	肥培かんがい施設設計マニュアル	担当者の施設設計マニュアルとして作成。耐食性の確保の中で、「調整中のスラリーは、硫化水素に代表される腐食性ガスを発生する。」とあり、耐食性の観点からではあるが、「閉鎖された室内に腐食性ガスや臭気が充満しないように、換気設備の設置を行う。」とある。また、「このことで管理作業者の安全も確保出来る。」とあり、人体への影響についても認識された記述となっている。

表4-6-2　肥培かんがい施設の工事等に係る安全確保についての農家への周知の状況

部 署	区 分		主 な 内 容
釧路開発建設部	農家配布資料	施設管理マニュアル 「別海地区」 「別海南部地区」 「別海西部地区」 「はまなか地区」	農家への肥培かんがい施設の引き渡しの際に、肥培施設管理マニュアルとして全戸に配布。ポンプ等の施設のメーカーによる取扱説明書には、「家畜ふん尿スラリーの撹拌は有毒ガスの発生による危険性がある」等の警告が記載されている。また、スラリーストアの取り扱いとして、有毒ガスが発生している危険性があり、作業をする際には、必ずガス検知を行い、必要に応じて十分な換気を行うよう注意喚起する文書等も作られている。
帯広開発建設部	農家配布資料	取扱説明書「美蔓地区」	農家への肥培かんがい施設の引き渡しの際に、施設の利用について注意喚起文書を配布し、酸素欠乏や硫化水素等について注意する旨が記載されている。ポンプ等の施設メーカーによる取扱説明書に、「危険性のガスが槽内に充満する可能性がある場合、作業開始前に充分な換気を行うこと」等の警告が記載されている。
	農家配布資料	取扱説明書「芽室地区」	農家への肥培かんがい施設の引き渡しの際に、取扱説明書綴りを配布しており、ポンプ等の施設メーカーによる取扱説明書には、「撹拌する際に発生するガスにより人間だけではなく牛舎内の牛にも危害を加える」等の警告が記載されている。
留萌開発建設部	農家配布資料	取扱説明書「天塩沿岸地区」	農家への肥培かんがい施設の引き渡しの際に、肥培施設管理マニュアルとして全戸に配布。ポンプ等の施設のメーカーによる取扱説明書には、「家畜ふん尿スラリーの撹拌は有毒ガスの発生による危険性がある」等の警告が記載されている。
	農家配布資料	取扱説明書「幌進地区」	農家への肥培かんがい施設の引き渡しの際に、肥培施設管理マニュアルとして全戸に配布。ポンプ等の施設のメーカーによる取扱説明書には、「ふん尿を撹拌する際には、有毒なガスが発生しますので、換気には十分注意を払って下さい。」等の警告が記載されている。
稚内開発建設部	農家配布資料	取扱説明書「枝幸南部地区」	農家への肥培かんがい施設の引き渡しの際に、肥培施設機器取扱説明書として全戸に配布。ポンプ等の施設のメーカーによる取扱説明書に、「貯留槽へのポンプ搬入時にはメタンガスなどの有毒ガスに十分注意してください」等の警告が記載されている。
	農家説明用の資料	「肥培施設を上手に使うために」の作成に当たって	マニュアル作成委託業務の受注者への説明のために事業所で作成したと思われるが、「肥培施設を上手に使うために」の存在が確認できていない。指示文書の添付文書に「警告　肥培かんがい施設には人体に危険なガスが発生しています。各施設（除塵槽、一次調整槽、二次調整槽）の中には絶対に立ち入らないで下さい。」との記述があり、おそらく農家へ施設掲示をお願いするための文書であったと推測される。

（２）関係機関の取り組み状況

ア　労働基準監督署

当該肥培かんがい施設は、労働安全衛生法で定められた、酸素欠乏危険場所の条件に合致すると思われる。

関係する労働基準監督署から聞き取ったところ、同法での酸素欠乏危険場所で作業する際の義務は、当該作業を実施する作業員を雇用する事業主に課せられたものであり、一般的な家族労働での農業者の場合は適用はないものであるとしている。

イ　十勝総合振興局

平成２０年８月２９日に、十勝支庁産業振興部から「管内の家畜排せつ物処理施設において酸素欠乏あるいは有毒ガスを疑う死亡事故の発生」を踏まえ、「家畜排せつ物処理施設における安全管理の徹底について」の注意喚起文書が管内自治体及び農業協同組合に発出された。さらに、同年９月５日には、北海道農政部より「家畜排せつ物処理施設の安全管理について」が発出され、十勝支庁においても、同文書を９月１１日付で管内自治体及び農業業協同組合に発出している。

ウ　更別村

更別村に聞き取ったところ、平成２０年８月２９日の十勝支庁からの文書は残っていた。同文書は十勝支庁より農業協同組合にも通知されていたことから、村は、農協より通知されると理解した。

また、９月１１日の文書についても農協により各種会議等を通じ農家に対し周知された。

エ　JA さらべつ

JA さらべつに聞き取ったところ、平成２０年の十勝支庁からの連絡を踏まえ、各種会議を通じ、農家へ周知したとのことであった。

オ　参考情報

今回の事故と類似する農作業事故が道内では過去１０年間に２回発生している（北海道農作業安全運動推進本部資料による）。

平成１８年４月に留寿都村の養豚し尿処理施設地下にある深さ１．４ｍのし尿排水溝で一人汲み取り作業中、し尿からガスが発生し、酸欠状態となり窒息死した。

また、平成２０年８月に清水町で、地下ピットのある構造の牛舎において、地下ピットに落下した金具を拾いに降りた際、ピットに溜まっていた

有毒ガス（硫化水素、一酸化炭素）による中毒で1名が死亡したとされている。

（３）農家の意識

ア　安全に対する意識調査

今回の事故が発生した７月１３日以前の認識を前提として、安全に対する意識調査を行った。

「貯留槽などで、硫化水素など致死量に至る有毒ガスや酸素欠乏の危険性があることを知っていましたか？」との問いへの回答と、「知っていた」と回答した農家のうち、その知識の由来の結果を、図4-6-1に示す。

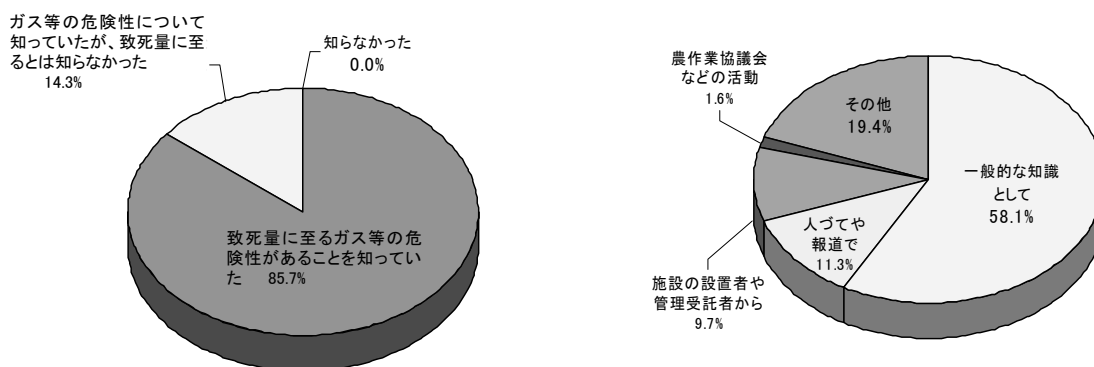



図4-6-1　有毒ガス発生等の知識の有無（左）とその知識の由来（右）

「貯留槽などで、硫化水素など致死量に至る有毒ガスや酸素欠乏の危険性があることを知っていたか？」という問いに対して、全４９戸から有効な回答が得られた。この結果を分析したところ、８６％（４２戸）の農家が危険性を認識していると回答した。しかし「致死量に至るとは知らなかった」との回答も１４％あった。また「知らなかった」との回答はゼロであり、全農家が健康への危険性を認識していることがうかがえた。

どのようにそれらの知識を知ったかについては、半数以上が一般的な知識として知っていたことが示された。次いで、「人づてや報道で知った」との回答が１１％を占めていた。加えて、農家の施設利用開始時に施設設置者である北海道開発局からの周知があったという回答や、周辺で発生した農作業事故の際に知ったという回答も見られた。

一方、施設管理受託者（町村）からの周知に関しては「周辺で類似の農作業事故が発生した際に注意喚起があるが、定期的なものではない」旨の回答もいくつか見られた。農業関連団体からの注意喚起については、施設管理受託者の場合と同様であった。また、施設導入当初に農機具メーカーから聞いた、とする回答もあった。

イ　危険性を有する事象の発生調査

アンケート調査において発生が確認された、危険性を有する事象例を以下に述べる。

槽内に異物を落下させたことがあるかという問いに対して、携帯電話や工具、蓋などの異物を落下させた事例が８件報告された。また、高濃度の有毒ガスの発生を感じると回答した農家が１０件、ガスにより体調が悪くなったことがあるとの回答が２件あった。

ウ　その他

上述のアンケート調査において、肥培かんがい施設で今後発生が予想される事故について、対象農家の意見を収集した。

調査の結果、「現況では開口部に蓋がなく転落の危険性がある」、「蓋が木製や鉄製であるため腐食して安全に取り扱うことができない」といった蓋に関する意見が８件あった。

（４）職員の意識

ア　職員アンケート

北海道開発局の全道の農業関係職員６６７名に対し、肥培かんがい施設における危険性の認識に関するアンケート調査を行った。調査は、今回の事故が発生する以前の認識を前提条件として示した上で、無記名方式として行い、休暇中の職員等を除く６３９名の有効回答を得た。

イ　アンケート結果

職員の６８％（４３６名）は、「硫化水素などの有毒ガスが発生したり酸素欠乏が起こる可能性があることを知っていた」と回答した。

上記の「知っていた」と回答した職員（４３６名）に対する「致死量に及ぶ硫化水素が発生する可能性があることを知っていたか？」との問いに対して、７２％（３１４名）が、「知っていた」若しくは「可能性はあると思っていた」と回答している。以上より、致死量に及ぶ硫化水素の発生の可能性を認識していた職員は全体の４９％（３１４名）であった。

職員の３２％（２０６名）は、事務（業）所で肥培かんがい施設の設計、施工、試験調査を担当した経験があり、このうち９０％（１８５名）は、同様に「知っていた」と回答している。しかし、経験者のうち、３０％は致死量に及ぶ硫化水素が発生する可能性を認識していなかった。

また、どのように知ったかについては、「職場内の情報」、「類似事故事例」、及び「職場外の情報」の回答が多かった。「職場内での情報」と回答した職員については、「上司の指導」及び「その他職員の助言」で知った

と回答した職員が大半を占めた。

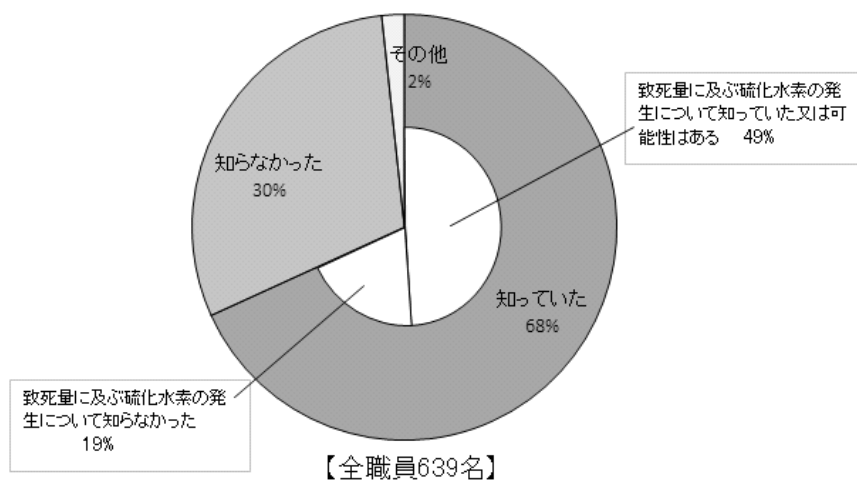



図4-6-2　硫化水素などのガスが発生したり酸素欠乏が起こる可能性の有無

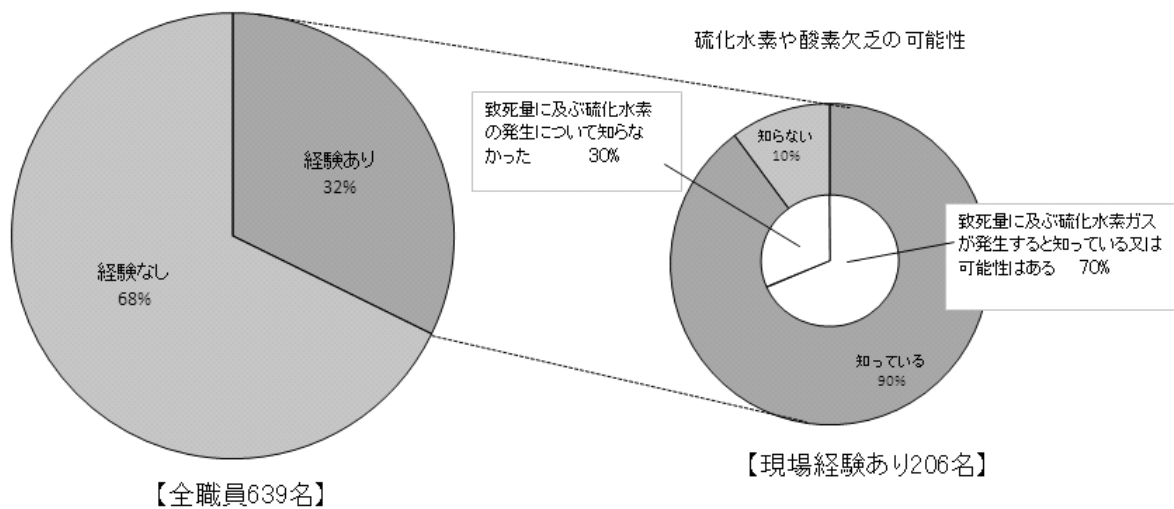



図4-6-3　肥培かんがい施設の設計・施工、試験調査の経験の有無と硫化水素や酸素欠乏の可能性

第５章　事故原因の分析

１　当該肥培かんがい施設

事故が発生した貯留槽は、一般的な畜産関連施設と同形式の地下埋設構造物（鉄筋コンクリート製）である。このような槽内部で家畜ふん尿により硫化水素が発生することは、その特性としてやむを得ないが、当該肥培かんがい施設を含む肥培かんがい施設の貯留槽等におけるスラリー移送試験の結果、貯留槽内部において、スラリー流動直前の液面直上の硫化水素は0～2ppmと低濃度であったのに対し、流動直後の液面直上では死に至る濃度を超える高い値となり得ることが確認された。

２　タイプ別肥培かんがい施設の状況

肥培かんがい施設は、整備された年代毎に施設の構成や貯留期間などが異なるため、５タイプに分類し、点検・調査した。この結果、タイプ毎の危険箇所は、ほぼ共通であり、貯留槽等※に関わるものと建屋関連として抽出された。

現地調査より、貯留槽等スラリーを貯留する施設内では、スラリーの撹拌や移送に伴う急激な流動により、致死量に至る硫化水素が発生する可能性が明らかとなった。通常の営農作業で内部に進入することはないが、まれに槽内残留物除去や施設の保守などの必要が生じる場合があり、対策を講じないまま進入することは危険である。

建屋は、機材保護のため、除塵機ピットなどの上部に設置されることがある。窓やシャッターなどの換気設備が設置されているが、閉鎖した状態では、硫化水素が建屋内に滞留するおそれがある。建屋内へは、維持管理のために農家が日常的に立ち入ることが多いことから、注意が必要であり、適切な換気が必要である。

３　肥培かんがい施設の運用状況

肥培かんがい施設を利用管理している農家（管内４９戸）の個別訪問調査の結果、多くの農家において、施設の操作や維持管理に関するマニュアルが完備されていない状況が確認された。

また、農家の一部が、スラリー貯留槽等内の槽内残留物除去を専門業者に依頼することなく、自ら行っていたことも明らかとなり、安全意識を向上させる対策が必要である。

なお、貯留槽等の施設や建屋の有無等、システムの構成が異なるため、タイプ毎に対応する必要がある。

※貯留槽等は貯留槽、除塵機ピット（流入口）、曝気槽、調整槽及び希釈槽などスラリーを貯留する施設

４　農家及び職員への危険性の周知状況

（１）農家の危険性に対する認識

帯広開発建設部管内での肥培かんがい施設を利用管理している全農家４９戸への聞き取り調査の結果、硫化水素の発生については全戸が認識していたものの、全戸中１４％については、致死量に至るおそれがあることについて認識していなかった。

（２）職員の危険性に対する認識

北海道開発局の農業関係職員全員に対して行ったアンケート調査の結果、農業関係職員の６８％が硫化水素の発生を認識していたものの、人命に関わるおそれがあると認識していたのは、農業関係職員全員の５１％であった。

また、農業関係職員全員の３２％は肥培かんがい施設の設計・施工・試験調査を担当した経験があり、このうち９０％は硫化水素の発生について認識していた。しかし、経験者のうち、３０％は人命に関わるおそれがあることについて認識がなかった。なお、硫化水素の発生を認識していた職員のうち、６９％は職場外や類似事故例等から知ったとの答えであった。

（３）危険性の認識

以上のことから、農家、農業関係職員とも硫化水素に対する危険性の認識が徹底されていない状況であった。

５　その他

今回の調査結果で得られた硫化水素の発生過程と、硫化水素濃度と建屋内における換気状況の関係を一層精査することが望ましい。

６　総括

（１）今回の事故について

調査及び分析の結果、貯留槽等の構造物においては、スラリー移送に伴う流動により硫化水素が槽内に放散され、一時的に高濃度となる可能性が明らかとなった。今回の事故は、被災者がそのような硫化水素濃度の高い時点で貯留槽内に進入したことで発生したものであると考えられる。

被災者の槽内への進入は、帯広開発建設部の職員が誤って落下させた蓋を回収することが動機となった可能性がある。当該職員は、貯留槽などで、硫化水素などの有毒ガスが発生したり酸素欠乏がおこる可能性があることを知らなかった。被災者も、貯留槽などで、硫化水素など致死量に至る有毒ガスや酸素欠乏の危険性があることを知らなかった可能性がある。

今回の事故は、不幸にもこれらいくつかの状況が複合的に重なったために発

生したものと考えられる。

（２）検討課題

再発防止に向けての検討課題は以下のとおり。

ア　貯留槽等

イ　建屋

ウ　危険性の周知徹底

第６章　再発防止策（提言）

１　再発防止項目

（１）貯留槽等

スラリーを貯留する槽内においては、有機物の分解と硫酸塩還元菌により生成される硫化水素の他、メタンガス等の可燃性ガスの発生・滞留や酸素欠乏が生じ得る状況にあり、特に硫化水素はスラリーが流動した際に、槽内では生命の危険が生じるほどの高濃度となる場合もある。従って、貯留槽内へは進入禁止とする。メンテナンス等のため槽内進入の必要がある場合には、専門業者に依頼する。

（２）建屋

除塵機ピット（流入口）など、スラリーを貯留する槽の上部に設置した建屋内では、硫化水素が滞留するおそれがあるため、換気対策を行うことが必要である。

（３）危険性の周知徹底

対策の基本は、肥培かんがい施設を利用する際の危険性の認識である。

貯留槽等と建屋では、硫化水素の発生などにより施設の操作・管理において危険性を伴う場合があることを、利用管理する農家はもとより、施設整備を担当する北海道開発局の農業関係職員も十分認識する必要がある。

また、関係機関との連携を強化し定期的に周知徹底を図る必要がある。

２　具体的対策

（１）貯留槽等内への進入防止

ア　槽内への進入を禁ずる警告表示

槽内への進入を禁ずる警告表示を講じること。やむを得ず必要が生じた場合は専門業者に依頼する旨も表示すること。

イ　蓋や異物の落下防止

蓋や異物の落下が槽内への進入の動機となる可能性があることから、蓋の欠損や落下防止策について検討すること。

（２）建屋内での換気対策

流入口には、ふん尿収集用のバーンクリーナーや敷料除去のための除塵機（固液分離機）が設置される場合があり、その際、機器類の保護のために建屋を設置していることが多い。

建屋内では、ふん尿収集状況や加水状況の確認のほか、除塵機の目詰まり

等によるポンプの不具合の解消など、農家自らが日常的に作業を行うことから、開口部からの硫化水素等の拡散による健康被害の防止に向け、建屋に換気設備を設置した上で、注意喚起の表示や換気を徹底すること。

（３）危険性の周知徹底

ア　農家への周知

肥培かんがい施設の引き渡しの際に手交する「管理マニュアル」の他に、肥培かんがい施設のタイプ別の特徴を踏まえた「肥培かんがい施設安全作業マニュアル」を作成し、肥培かんがい施設を利用管理する全農家に対し、説明配布すること。

農業経営の移譲などにより利用管理する農家も変わることが想定されるため、安全対策に関し年１回以上周知徹底すること。

また、農業経営者のみならずその家族等に対する危険性も考え、農家の構成員及び農作業従事者にも安全に対する周知を行うこと。

イ　職員への周知

肥培かんがい施設は畜産・酪農の盛んな地域で整備され、地域的に偏りがある一方、北海道開発局の農業関係職員は北海道内での異動を伴っての業務を行うことから、農業関係職員全員に対し、肥培かんがい施設における危険性について、年１回以上周知徹底を図ること。

また、肥培かんがい施設を現在整備している開発建設部又は過去に整備を行ってきた開発建設部においては、肥培かんがい施設に関係する職員に対し、肥培かんがい施設に関する十分な知識を習得できるよう対策を講じること。

さらに、肥培かんがい施設の整備、調査・試験、保全等、現地において直接たずさわる職員に対しては、自らが点検整備等作業に従事する場合もあるため、年１回以上、作業上の安全対策について周知徹底を図ること。

ウ　関係機関との連携

再発防止策推進の実効性を高める上では、北海道、施設管理者である市町村及び道内各地の農作業安全運動推進本部等関係機関と年１回以上の情報交換を行い連携を強化すること。